



TUGAS AKHIR - TF 145565

RANCANG BANGUN *PRESSURE MONITORING SYSTEM* PADA *MINI PLANT AIR CONDITIONER* BERBASIS ARDUINO UNO ATMEGA 328

ARDYA VISTA YUDHA
NRP 2413.031.023

Dosen Pembimbing:
Ir. Harsono Hadi, M.Sc, Ph. D.

PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



TUGAS AKHIR - TF 145565

RANCANG BANGUN *PRESSURE MONITORING SYSTEM* PADA *MINI PLANT AIR CONDITIONER* BERBASIS ARDUINO UNO ATMEGA 328

ARDYA VISTA YUDHA
NRP 2413.031.023

Dosen Pembimbing:
Ir. Harsono Hadi, M.Sc, Ph. D.
NIP. 19600119 1986111 001

PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

RANCANG BANGUN *PRESSURE MONITORING SYSTEM* PADA *MINI PLANT AIR CONDITIONER* BERBASIS ARDUINO UNO ATMEGA 328

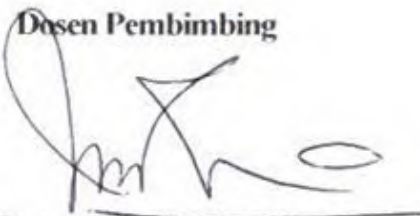
TUGAS AKHIR

Oleh :

ARDYA VISTA YUDHA
NRP. 2413 031 023

Surabaya, 2 Agustus 2016
Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing



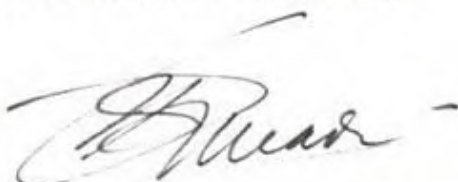
Ir. Harsono Hadi, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19600119 1986111 001

Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI – ITS



Agus Muhammad Hatta, ST, MSi, Ph.D
NIP. 19780902 2003121 002

Ketua Program Studi
D3 Metrologi dan Instrumentasi



Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc.
NIP. 19620822 198803 1 001


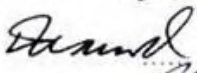
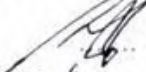
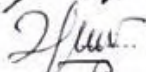
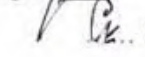
TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN *PRESSURE MONITORING SYSTEM* PADA *MINI PLANT AIR CONDITIONER* BERBASIS ARDUINO UNO ATMEGA 328

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi
Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh :
ARDYA VISTA YUDHA
NRP. 2413 031 023**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

- | | | |
|---------------------------------|---|-------------------|
| 1. Ir. Harsono Hadi, M.Sc, Ph.D |  | Pembimbing |
| 2. Ir. Tutug Dhanardono, MT |  | Ketua Penguji |
| 3. Arief Abdurrahman, ST, MT |  | Dosen Penguji I |
| 4. Herry Sufyan Hadi, ST, MT |  | Dosen Penguji II |
| 5. Hendra Cordova, ST, MT |  | Dosen Penguji III |

**SURABAYA
Agustus 2016**

RANCANG BANGUN *PRESSURE MONITORING SYSTEM* PADA *MINI PLANT AIR CONDITIONER* BERBASIS ARDUINO UNO ATMEGA 328

Nama Mahasiswa : Ardy Vista Yudha
NRP : 2413 031 023
Program Studi : D3-Metrologi dan Instrumentasi
Jurusan : Teknik Fisika FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Harsono Hadi, M.Sc, Ph. D

Abstrak

Tekanan merupakan besaran fisis dalam sistem AC (*Air Conditioner*) yang nilainya penting untuk diketahui karena terdapat perubahan fasa yaitu mengembun dan menguap. Kerja kompresor berpengaruh pada perbedaan nilai tekanan baik di saluran tekan maupun saluran hisap kompresor, sehingga perlu dilakukan *monitoring* untuk mengetahui perbedaan tekanan. *Output sensor pressure transmitter* 4-20 mA diubah menjadi tegangan 1-5 volt dengan rangkaian pengkondisian sinyal kemudian ke pemroses sinyal yaitu Arduino dengan program tertentu sehingga dapat ditampilkan. Pada *monitoring* menggunakan sistem *data logger* sebagai *recorder* nilai tekanan yang disimpan dalam *memory micro SD*. Hasil uji *sensor* dalam sistem yaitu nilai tekanan pada saluran tekan 11,53 Bar dan saluran hisap 7,24 Bar dengan tekanan keadaan awal saat AC belum bekerja yaitu 24 Bar dan 16 Bar. Karakteristik statik dari TPS20 G2Z8F8-00 yaitu resolusi 0,001, *error* 5,608333 kg/cm², akurasi 0,943916667 dan presisi 0,881053831 dengan spesifikasi standart deviasi 0,220918649 kg/cm², dan *Uexpand* sebesar 2,61365242 kg/cm². Karakteristik statik ADZ – SML 10.0 yaitu resolusi 0,001, *error* 0,462626146 kg/cm², akurasi 1,462614583 dan presisi 0,783478286 dengan spesifikasi standart deviasi 0,09077712 kg/cm², dan *Uexpand* sebesar 4,444853586 kg/cm².

Kata kunci: Tekanan, Kompresor, Data Logger, Karakteristik Statik, Ketidakpastian

**BUILD AND DESIGN PRESSURE MONITORING SYSTEM
ON MINI PLANT AIR CONDITIONER BASED
ARDUINO UNO ATMEGA 328**

Name : Ardyta Vista Yudha
NRP : 2413 031 023
Study Program : D3- Metrology and Instrumentation
Departement : Engineering Physics, FTI-ITS
Advisor Lecturer : Ir. Harsono Hadi, M.Sc, Ph. D

Abstract

Pressure is the physical quantities in the air conditioning system (Air Conditioner) whose value is important to note because there is a phase change that condenses and evaporates. Compressor effect on the difference in pressure in both the channel tap and compressor suction channels, so it needs to be monitored to determine the pressure difference. Pressure sensor output 4-20 mA transmitter is converted into a voltage of 1-5 volts to the signal conditioning circuit and then to a signal processor that is Arduino with a particular program so that it can be displayed. In using the monitoring system as a data logger recorder pressure value stored in the micro SD memory. The test results of sensors in the system that is the pressure value on the channel press 11.53 Bars and suction channels with the pressure of 7.24 bar initial state when AC is not working is 24 bar and 16 bar. Static characteristics of TPS20 G2Z8F8-00 ie 0,001 resolution, error 5.608333 kg / cm², accuracy and precision 0.943916667 0.881053831 0.220918649 with specification standard deviation kg / cm², and Uexpand of 2.61365242 kg / cm². ADZ static characteristics - ie 10.0 SML 0,001 resolution, error 0.462626146 kg / cm², accuracy and precision 1.462614583 0.783478286 with specification standard deviation 0.09077712 kg / cm², and Uexpand of 4.444853586 kg / cm².

Keywords: Pressure, Compression, Data Logger, Characteristics Static, Uncertainty.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT penulis panjatkan karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Rancang Bangun *Pressure Monitoring System* Pada *Mini Plant Air Conditioner* Berbasis *Arduino Uno Atmega 328*”** dengan tepat waktu. Laporan ini dapat terselesaikan dengan dukungan dan peran serta dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga penulis yang selalu mendukung dan memberikan semangat untuk belajar, dukungan dan kepercayaan baik moril, spiritual dan material. Semoga selalu dilimpahkan rahmat dan hidayahnya.
2. Agus Muhamad Hatta, ST, M.Si, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika FTI-ITS.
3. Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc. selaku Ketua Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi FTI-ITS.
4. Ir. Harsono Hadi, Ph. D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir sekaligus Dosen Wali penulis yang telah membina, memberikan motivasi dan memberikan banyak ilmu serta pengalaman.
5. *Air Conditioner Team* yang telah berjuang bersama dalam pengerjaan Tugas Akhir.
6. Teman-teman seperjuangan tugas akhir Workshop Instrumentasi 2013 dan D3 Metrologi Instrumentasi angkatan 2013 yang senantiasa saling memberikan dukungan satu dengan yang lainnya untuk penyelesaian tugas akhir.
7. Teman-teman jurusan Teknik Fisika dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.
8. Kakak-kakak dari lintas jalur maupun alumni yang selalu memberi bimbingan dan pengetahuan seputar tugas akhir.
9. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih kurang sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima segala masukan berupa saran, kritik, dan segala bentuk tegur sapa demi kesempurnaan laporan ini.

Demikian laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan dengan harapan dapat bermanfaat dalam akademik baik bagi penulis maupun bagi pembaca.

Surabaya, 18 Juni 2016

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL I	i
HALAMAN JUDUL II	ii
LEMBAR PENGESAHAN I	iii
LEMBAR PENGESAHAN II	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Laporan	3
1.6 Manfaat	4
BAB II TEORI PENUNJANG	
2.1 Sistem <i>Air Conditioner</i> (AC)	5
2.2 Sensor Tekanan	6
2.3 <i>Signal Conditioning</i> (Pengkondisian Sinyal)	8
2.4 Kompresor	9
2.5 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) 16x2	10
2.6 Arduino UNO ATmega 328	11
2.7 Akurasi	13
2.8 <i>Data Logger</i>	13
2.8 Modul SD Card	14
2.8 <i>Memory</i>	15
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	
3.1 <i>Flowchart</i> Pembuatan Alat	17
3.2 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	18
3.3 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	25
BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN ANALISIS	
4.1 Analisis Data	27

4.2 Pengujian Sensor Pada Sistem	32
4.3 Pengujian Modul AD Card dan Arduino Uno 328	43
4.4 Pembahasan	45

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	48

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Sistem Air Conditioner (AC)</i>	6
Gambar 2.2	<i>Pressure Transmitter TPS20 G2ZF8-00</i>	7
Gambar 2.3	<i>Pressure Transmitter ADZ – SML 10.0</i>	7
Gambar 2.4	Konfigurasi Pemasangan Sensor.....	8
Gambar 2.5	Kompresor.....	9
Gambar 2.6	LCD 16x2.....	10
Gambar 2.7	Arduino Uno Atmega 328.....	12
Gambar 2.8	Kabel USB Board Arduino Uno	13
Gambar 2.9	Modul SD Card	14
Gambar 2.10	Konfigurasi Modul SD Card ke Arduino	15
Gambar 2.11	Micro SD Card.....	16
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Sistem	17
Gambar 3.2	Diagram Blok Perancangan Alat Ukur <i>Pressure</i> ...	19
Gambar 3.3	Pemasangan Sensor Ke Tubing.....	19
Gambar 3.4	Rangkaian Resistor 250 Ω	21
Gambar 3.5	Modul SD Card Arduino Uno <i>Wiring</i>	23
Gambar 3.6	Kompresor.....	24
Gambar 3.7	Kondensor	24
Gambar 3.8	Evaporator.....	25
Gambar 3.9	<i>Software</i> Arduino 1.0.6	26
Gambar 4.1	Grafik Uji Sjsensor TPS20 - Pembacaan Naik	28
Gambar 4.2	Grafik Uji Sensor TPS20 - Pembacaan Turun	29
Gambar 4.3	Grafik Uji Sensor ADZ SML 10.0 - Pembacaan Naik	31
Gambar 4.4	Grafik Uji Sensor ADZ SML 10.0 - Pembacaan Turun	31
Gambar 4.5	Grafik Pembacaan Uji Sensor Saat Sistem AC Belum Bekerja (0%).....	33
Gambar 4.6	Grafik Pembacaan Uji Sensor Saat Kompresor Sistem AC Bekerja (20%)	34
Gambar 4.7	Grafik Pembacaan Uji Sensor Saat Kompresor Sistem AC Bekerja (40%)	36

Gambar 4.8	Grafik Pembacaan Uji Sensor Saat Kompresor Sistem AC Bekerja (60%)	37
Gambar 4.9	Grafik Pembacaan Uji Sensor Saat Kompresor Sistem AC Bekerja (80%)	39
Gambar 4.10	Grafik Pembacaan Uji Sensor Saat Kompresor Sistem AC Bekerja (100%)	40
Gambar 4.11	Grafik Pembacaan Uji Sensor Pada Sistem AC...	42
Gambar 4.12	Pengujian Modul SD Card	43
Gambar 4.13	Pengujian Modul Penyimpanan Data.....	43
Gambar 4.14	<i>Serial Monitor Software Arduino</i>	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi <i>Pressure Transmitter</i> TPS20 G2ZF8-00	7
Tabel 2.2 Spesifikasi <i>Pressure Transmitter</i> ADZ – SML 10.0	8
Tabel 3.1 Pin <i>Pressure Transmitter</i> TPS20 dan ADZ–SML 10.0	20
Tabel 3.2 Konfigurasi Sensor dengan Arduino Uno ATmega 328	22
Tabel 4.1 Hasil Uji Sensor TPS20.....	27
Tabel 4.2 Hasil Uji Sensor ADZ SML 10.0	29
Tabel 4.3 Sistem <i>Monitoring Pressure</i> Pada Air Conditioner Saat Sistem AC Belum Bekerja Normal (0%).....	32
Tabel 4.4 Sistem <i>Monitoring Pressure</i> Pada Air Conditioner Saat Sistem AC Dengan Tuning (20%)	33
Tabel 4.5 Sistem <i>Monitoring Pressure</i> Pada Air Conditioner Saat Sistem AC Dengan Tuning (40%)	35
Tabel 4.6 Sistem <i>Monitoring Pressure</i> Pada Air Conditioner Saat Sistem AC Dengan Tuning (60%)	36
Tabel 4.7 Sistem <i>Monitoring Pressure</i> Pada Air Conditioner Saat Sistem AC Dengan Tuning (80%)	38
Tabel 4.8 Sistem <i>Monitoring Pressure</i> Pada Air Conditioner Saat Sistem AC Dengan Tuning (100%)	39
Tabel 4.9 Sistem <i>Monitoring Pressure</i> Pada Air Conditioner Saat Sistem AC Bekerja Normal	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi, maka banyak modifikasi berbagai sistem, salah satunya yaitu sistem AC (*Air Conditioner*) sebagai teknologi mesin pendingin untuk pengkondisi udara. AC dipakai untuk memberikan udara yang sejuk dan menyediakan uap air yang dibutuhkan untuk manusia. Untuk negara beriklim tropis yang terdiri dari musim hujan dan musim kemarau, pada saat musim kemarau suhu ruangan tinggi sehingga penghuni tidak nyaman di lingkungan tempat kerja. AC juga dimanfaatkan sebagai salah satu cara dalam upaya peningkatan produktivitas kerja secara optimal, tingkat kenyamanan suatu ruang juga ditentukan oleh sirkulasi dan tingkat kebersihan udara, sehingga untuk menjaga kinerja AC agar tetap efisien diperlukan adanya pengetesan atau pengujian. Salah satu variabel yang terpenting pada sistem AC adalah tekanan atau *pressure*. Tekanan merupakan besaran fisika yang menyatakan gaya yang bekerja tiap satuan luas. Perbedaan tekanan perlu diketahui nilainya karena pada sistem AC terdapat perubahan fasa dari gas ke cair (mengembun) dan cair ke gas (menguap). Kompresor adalah salah satu komponen utama yang berfungsi untuk menghisap gas keluaran dari evaporator dengan tekanan rendah (saluran hisap) dan memampatkan gas ke kondensor dengan tekanan tinggi (saluran tekan)^[1].

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat telah memungkinkan adanya alat ukur yang bekerja secara digital sehingga dapat dilakukan sistem *monitoring* dengan melakukan pengukuran menggunakan sensor. *Monitoring* merupakan suatu proses pengukur, pencatatan, pengumpulan, pemrosesan dan komunikasi informasi untuk pengambilan keputusan manajemen program atau proyek (Calyton dan Petry 1983). Agar kinerja saluran hisap dan saluran tekanan pada sistem AC efisien, maka perlu dilakukan *monitoring* tekanan untuk mengetahui perbedaan

low pressure pada saluran hisap kompresor dan *high pressure* pada saluran tekan kompresor.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam Tugas Akhir ini adalah mengenai perancangan dan membangun sistem *pressure monitoring* pada sistem AC (*Air Conditioner*) *mini plant* berbasis arduino dan bagaimana cara merancang sistem *monitoring pressure* menggunakan sistem *Data logger* sebagai *recorder*, serta bagaimana cara mengetahui karakteristik statik dari *sensor pressure transmitter type* TPS20 G2Z8F8-00 dan ADZ – SML 10.0 yang digunakan.

1.3 Tujuan

Sesuai dengan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk merancang dan membangun sistem *pressure monitoring* pada sistem AC (*Air Conditioner*) *mini plant* berbasis arduino dan merancang sistem *monitoring pressure* menggunakan sistem *Data logger* sebagai *recorder*, serta mengetahui karakteristik statik dari *sensor pressure transmitter type* TPS20 G2Z8F8-00 dan ADZ – SML 10.0 yang digunakan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari sistem yang dirancang agar pembahasan tidak menyimpang dari tujuan adalah sebagai berikut:

- a. Merancang sistem yang dibutuhkan dalam pembuatan *pressure monitoring system* pada sistem AC (*Air Conditioner*) *mini plant*.
- b. Membuat desain komponen-komponen dari sistem yang ada.
- c. Pengujian sistem dari rancang bangun yang telah dibuat dengan menguji rangkaian dari perancangan alat untuk mengetahui performasi alat, baik keakuratan dan keoptimalan alat.

- d. Memonitor *pressure* dengan cara menyimpan data menggunakan sistem *Data logger* sebagai *recorder*.
- e. Memonitor *pressure* pada saluran tekan dan saluran hisap sistem AC (*Air Conditioner*).

1.5 Sistematika Laporan

Sistematika yang digunakan dalam menyusun tugas akhir ini adalah:

Bab I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, sistematika laporan dan manfaat.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab II ini mengulas tinjauan pustaka yang digunakan sebagai acuan tugas akhir yang terdiri dari sistem AC, sensor tekanan, *signal conditioning*, LCD, Arduino UNO ATmega 328, *Data logger*, Modul SD Card, dan teori penunjang yang lain.

Bab III Perancangan dan Pembuatan Alat

Bab ini membahas terkait dari gambaran perancangan dan pembuatan alat secara detail dari proses awal pembuatan AC (*Air Conditioner*) *mini plant* sampai tahap akhir pembuatan AC (*Air Conditioner*) *mini plant*. Serta proses integrasi antara *hardware* dan *software*.

Bab IV Analisa Data dan Pembahasan

Bab ini membahas hasil data dari alat yang dibuat dan menjelaskan kinerja dari sensor untuk mengetahui kemampuan alat ukur.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari seluruh rangkaian penelitian yang telah dilakukan dan saran sebagai masukan untuk penelitian terkait alat ukur tekanan udara selanjutnya.

1.6 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai sistem *monitoring pressure* dengan menggunakan sistem *Data logger* sebagai *recorder* pada *software* Arduino.

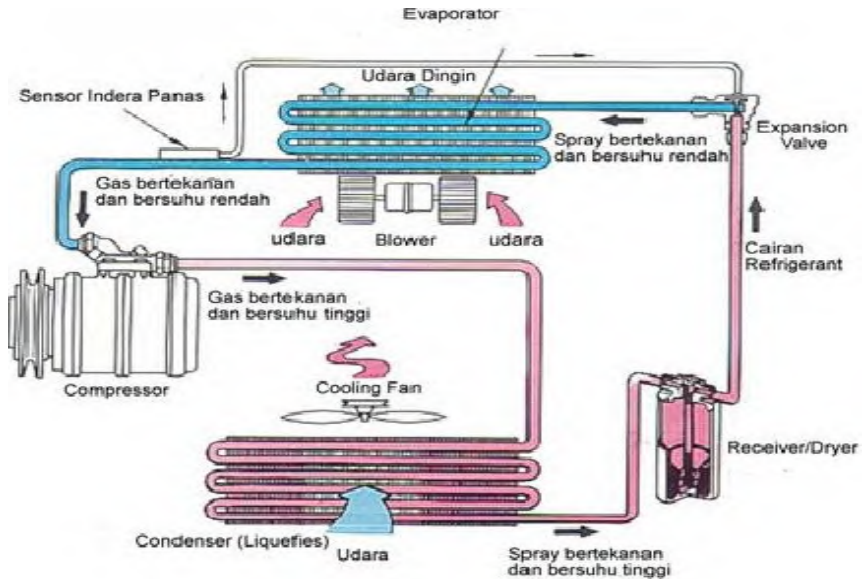
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem *Air Conditioning* (AC)

Air conditioning (AC) atau alat pengkondisi udara merupakan modifikasi pengembangan dari teknologi mesin pendingin^[7]. sensor Tujuan alat ini dipakai untuk memberikan udara yang sejuk dan menyediakan uap air yang dibutuhkan bagi tubuh. Sistem kerja AC terdiri dari bagian yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan tekanan agar penguapan dan penyerapan panas dapat berlangsung. Sistem kerja AC dapat diuraikan sebagai berikut :

- a. Zat pendingin bertekanan dan bersuhu tinggi dari kompresor berupa gas (freon).
- b. Zat pendingin yang sudah didinginkan oleh kondensor berubah bentuk dari gas menjadi cair.
- c. Zat pendingin yang telah diturunkan tekanannya oleh katup ekspansi, berubah bentuk menjadi uap.
- d. Zat pendingin yang telah menyerap panas pada evaporator berubah bentuk menjadi gas.
- e. Zat pendingin yang berbentuk gas diberi tekanan oleh kompresor sehingga beredar dalam sistem AC, karena adanya tekanan maka zat pendingin menjadi panas.
- f. Kondensor akan mendinginkan zat pendingin tersebut (kondensasi), sementara tekanan zat pendingin masih tetap tinggi dan berubah bentuk menjadi cair.
- g. Saringan atau *filter* akan menghisap uap air dan menyaring kotoran dalam zat pendingin agar tidak beredar pada sistem.
- h. Tekanan zat pendingin pada sistem akan diturunkan oleh katup ekspansi dan berubah bentuk dari cair menjadi uap.
- i. Evaporator akan mengambil panas di sekelilingnya sehingga menyebabkan zat pendingin menguap menjadi gas dan kembali ke kompresor.
- j. Proses tersebut akan berlanjut seperti semula semula^[1].



Gambar 2.1 Sistem Air Conditioning (AC) ^[1]

2.2 Sensor Tekanan

Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk merubah besaran fisis menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu. Sensor yang digunakan dalam alat sistem AC ini adalah *Pressure Transmitter*. *Pressure Transmitter* merupakan sejenis sensor atau peralatan yang sangat baik untuk digunakan dalam pengukuran kadar tekanan dalam sistem pemrosesan, *range* pengukuran tekanan antara 3 psi hingga 15 psi, sensor yang digunakan pada tugas akhir ini adalah *pressure transmitter* TPS20 G2ZF8-00 dan ADZ – SML 10.0.



Gambar 2.2 *Pressure Transmitter* TPS20 G2Z8F8-00 ^[2]

Tabel 2.1 Spesifikasi *Pressure Transmitter* TPS20 G2Z8F8-00

Model	TPS20 G2Z8F8-00
Range	0-10 bar
Power	DC24V
Wiring	2 wire
Ouput	4-20 mA
S/N	PJ0194



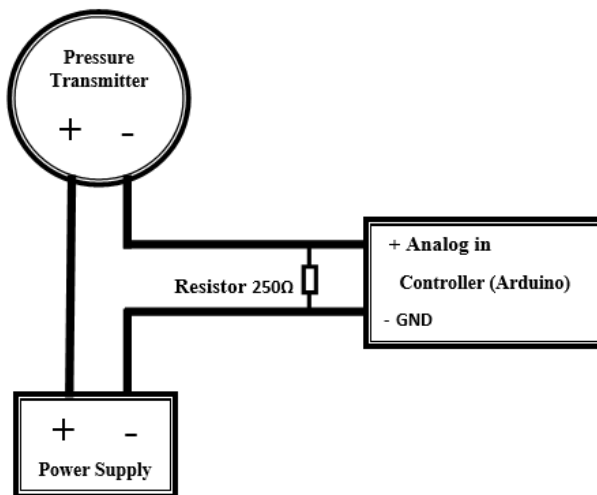
Gambar 2.3 *Pressure Transmitter* ADZ - SML 10.0 ^[3]

Tabel 2.2 Spesifikasi *Pressure Transmitter* ADZ - SML 10.0

Model	ADZ – SML 10.0
Range	0-400 bar
Power	10 – 32 VDC
Wiring	2 wire
Ouput	4-20 mA
Port	G1/4 E

2.3 *Signal Conditioning* (Pengkondisian Sinyal)

Rangkaian *signal conditioning* adalah suatu rangkaian pengkondisian sinyal yang dapat merubah suatu sinyal menjadi sinyal lain yang dikehendaki. *Signal conditioning* yang digunakan adalah dengan menggunakan empat resistor 1 kOhm yang disusun secara *parallel*, sehingga dengan menerapkan Hukum Ohm bahwa $V = I * R$. Standar pengukuran tegangan adalah 1 V hingga 5 V. Berikut adalah *pressure transmitter 2 wire*:

**Gambar 2.4** Konfigurasi pemasangan sensor ^[2]

2.4 Kompresor

Kompresor adalah bagian terpenting dari sistem refrigerasi. Pada sistem refrigerasi kompresor bekerja membuat perbedaan tekanan, sehingga refrigeran dapat mengalir dari satu bagian ke lain bagian dari sistem. Karena adanya perbedaan tekanan antara sisi tekanan tinggi dan sisi tekanan rendah, maka refrigeran cair dapat mengalir melalui alat ekspansi ke evaporator. Kompresor pada sistem refrigerasi gunanya untuk:

- a. Menurunkan tekanan di dalam evaporator, sehingga refrigeran cair di dalam evaporator dapat mendidih/menguap pada suhu yang lebih rendah dan menyerap panas lebih banyak dari ruang di dekat evaporator.
- b. Menghisap refrigeran gas dari evaporator dengan suhu rendah dan tekanan rendah lalu memampatkan gas tersebut sehingga menjadi gas suhu tinggi dan tekanan tinggi. Kemudian mengalirkannya ke kondensor, sehingga gas tersebut dapat memberikan panasnya kepada media pendingin kondensor lalu mengembun^[7].



Gambar 2.5 Kompresor ^[7]

2.5 *Liquid Crystal Display (LCD) 16X2*

LCD (Liquid Cristal Display) berfungsi untuk menampilkan karakter angka, huruf atau simbol dengan baik dan konsumsi arus yang lebih rendah. *LCD (Liquid Cristal Display)* dot matrik terdiri dari bagian penampil karakter (*LCD*) yang berfungsi untuk menampilkan karakter dan bagian sistem prosesor *LCD* dalam bentuk rangkaian modul dengan mikrokontroler yang diletakan dibagian belakang *LCD* tersebut yang berfungsi untuk mengatur tampilan LCD serta mengatur komunikasi antara LCD dengan mikrokontroler. Modul prosesor pada LCD memiliki memori tersendiri sebagai berikut: *CGROM (Character Generator Read Only Memory)*, *CGRAM (Character Generator Random Access Memory)*, *DDRAM (Display Data Random Access Memory)* ^[5].



Gambar 2.6 LCD 16X2 ^[5]

Dalam sistem *monitoring* keluaran sensor konduktifitas LCD yang digunakan adalah M1632 dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 baris dengan setiap karakter dibentuk oleh 8 baris pixel. Fungsi dari setiap kaki yang ada pada komponen ini adalah:

- Kaki 1 (GND), kaki ini berhubungan dengan tegangan 5 V yang merupakan tegangan untuk sumber daya.
- Kaki 2 (VCC), kaki ini berhubungan dengan tegangan 0 volt dan modul LCD.

- Kaki 3 (VEE/VLCD), tegangan pengatur kontras LCD, kaki ini terhubung pada V5. Kontras mencapai nilai maksimum pada saat kondisi kaki ini pada tegangan 0 volt.
- Kaki 4 (RS), *register Select*, kaki pemilih register yang akan diakses. Untuk akses ke register data, logika dari kaki ini adalah 1 dan untuk akses ke *register* perintah, logika dari kaki ini adalah 0.
- Kaki 5 (R/W), logika 1 pada kaki ini menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode pembacaan dan logika 0 menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode penulisan. Untuk aplikasi yang tidak memerlukan pembacaan data pada modul LCD, kaki ini dapat dihubungkan langsung ke *ground*.
- Kaki 6 (E), *Enable clock* LCD, kaki ini mengaktifkan *clock* LCD. Logika 1 pada kaki ini diberikan pada saat penulisan atau pembacaan data.
- Kaki 7-14 (D0-D7), data bus, kedelapan kaki modul LCD ini adalah bagian dimana aliran data sebanyak 4 bit atau 8 bit mengalir saat proses penulisan maupun pembacaan data.
- Kaki 15 (Anoda), berfungsi untuk tegangan positif dari *backlight* modul LCD sekitar 4,5 volt.
- Kaki 16 (Katoda), tegangan negatif *backlight* modul LCD sebesar 0 volt.

2.6 Arduino UNO ATmega 328

Arduino uno adalah *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328. Board ini memiliki 14 digital *input / output* pin (6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB dan tombol *reset*. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya. Tanpa melakukan konfigurasi apapun, begitu sebuah *board* arduino dikeluarkan dari kotak

pembungkusnya dapat langsung disambungkan ke sebuah komputer melalui kabel USB. Selain berfungsi sebagai penghubung untuk pertukaran data, kabel USB ini juga akan mengalirkan arus DC 5 volt kepada *board* arduino sehingga praktis tidak diperlukan sumber daya dari luar. Saat mendapat suplai daya, lampu LED indikator daya pada *board* arduino akan menyala menandakan bahwa sudah siap bekerja. Pada *board* arduino uno terdapat sebuah LED kecil yang terhubung ke pin. LED ini dapat digunakan sebagai *output* saat seorang pengguna membuat sebuah program dan membutuhkan sebuah penanda dari jalannya program tersebut. Ini adalah cara praktis saat pengguna melakukan uji coba ^[4]. Umumnya mikrokontroler pada *board* arduino telah memuat sebuah program kecil yang akan menyalakan tersebut berkedip-kedip dalam jeda satu detik^[4].



Gambar 2.7 Arduino Uno Atmega 328 ^[4]



Gambar 2.8 Kabel USB Board Arduino Uno ^[4]

2.7 Akurasi

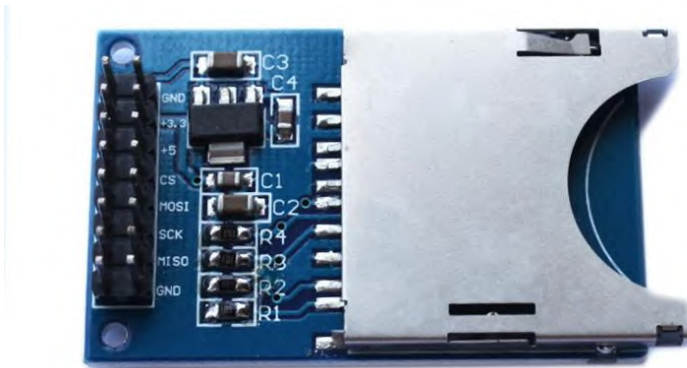
Akurasi adalah kemampuan dari alat ukur untuk memberikan indikasi pendekatan terhadap harga sebenarnya dari obyek yang diukur. Akurasi didefinisikan sebagai pendekatan antara nilai yang terbaca dari alat ukur dengan nilai sebenarnya. Dalam eksperimen ,nilai sebenarnya yang tidak pernah diketahui sehingga diganti dengan suatu nilai standar^[8].

2.8 Data Logger

Data logger berkembang pesat sejalan dengan kemajuan di bidang teknologi digital dan komputer. *Data Logger* merupakan suatu sistem yang berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyiapkan data, hingga memprosesnya untuk menghasilkan data yang dikehendaki. Pengembangan *system* akuisisi data atau disebut juga sebagai *data logger* ini melibatkan dua sub *system* yaitu sub *system hardware*, dalam hal ini sensor sebagai pengambil data dari obyek yang diukur dan sub *system software* yang merupakan sub *system* untuk mengumpulkan dan memproses data yang kemudian dapat ditampilkan sesuai kebutuhan. Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian.

2.9 Modul SD Card

SD Card Board untuk kartu SD standar. Hal ini memungkinkan sistem untuk menambahkan penyimpanan dan data *logging* untuk penyimpanan data sistem, sehingga data-data yang dihasilkan dari sistem yang kita buat dapat secara otomatis tersimpan dalam memory ini^[6].

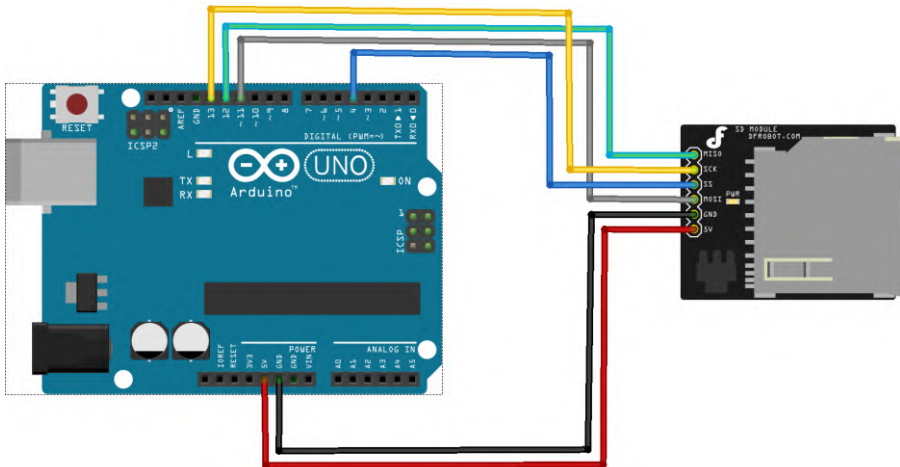


Gambar 2.9 Modul SD Card ^[6]

Spesifikasi Modul *SD-Card* yaitu:

- Board untuk standar kartu SD Micro SD.
- Berisi tombol untuk memilih slot kartu flash.
- Dudukan langsung pada Arduino Uno.

Gambar 2.10 di bawah ini ialah konfigurasi pemasangan dari modul SD-Card yang akan di hubungkan pada Arduino Uno.



Gambar 2.10 Konfigurasi SD Card Modul ke Arduino ^[6]

2.10 Memory

ATmega328 ini memiliki 32 KB dengan 0,5 KB digunakan untuk *loading file*. Ia juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB dari EEPROM (*Electrically Erasable & Programmable Read Only Memory*). Dikembangkan untuk *data logger* pada akhir 1980. EEPROM tidak memerlukan baterai cadangan, kebanyakan *data logger* menggunakan EEPROM baik untuk menyimpan data maupun menyimpang sistem operasi mikroprosesor. EEPROM dapat diprogram, dibaca (data yang tersimpan) dan dihapus melalui *port serial PC* (*Personal Computer*). *Data logger* juga dapat menggunakan kartu data PCMCIA sebagai memori yang terdapat EEPROM juga.

Data logger dapat menggunakan memori *internal* maupun *eksternal* untuk menyimpan data. Biasanya *data logger* menggunakan SD Card, MMC, *Compact Flashi* (CF) sebagai media penyimpanan data eksternal, dalam penggunaannya biasanya memakai adapter.

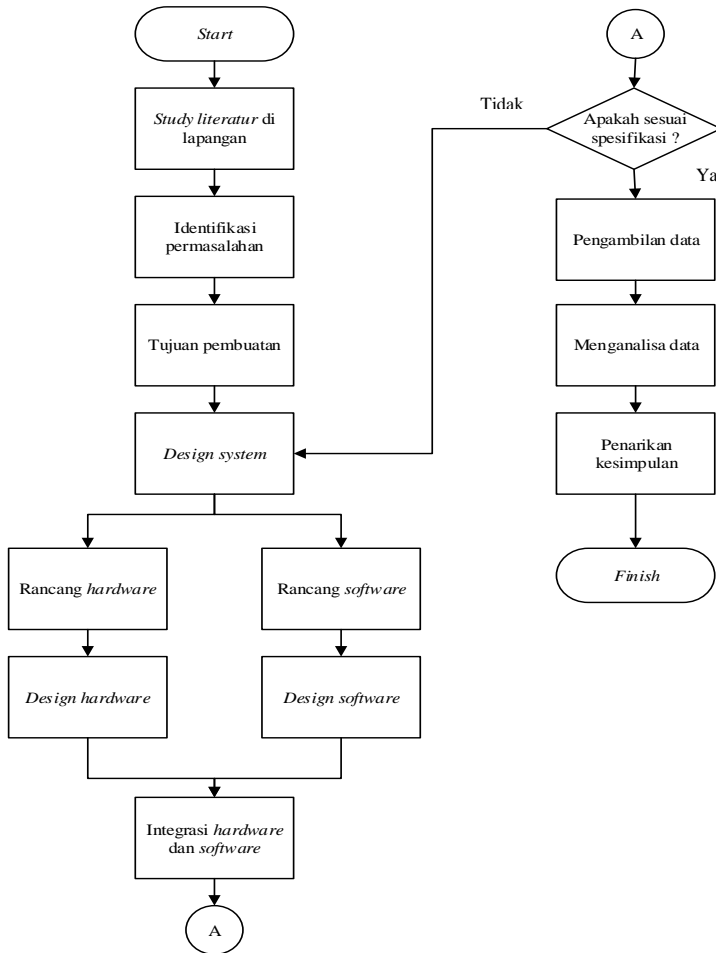


Gambar 2.11 *Micro SD Card* ^[6]

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 *Flowchart* Pembuatan Alat

Berikut adalah langkah-langkah dalam Tugas Akhir yang dibuat dalam bentuk *flowchart* :



Gambar 3.1 *Flowchart* Sistem

Adapun penjelasan dari langkah-langkah *flowchart* ini yaitu:

1. Studi literatur lapangan yaitu untuk mencari teori-teori yang akan digunakan dan ideal untuk proses pengerjaan tugas akhir.
2. Identifikasi masalah yaitu untuk mengidentifikasi bagaimana merancang dan memasang *pressure transmitter* dan kontroler agar *monitoring pressure* dapat ideal.
3. Tujuan pembuatan yaitu untuk menjawab dari permasalahan yang ada yaitu untuk merancang dan memasang sensor dan kontroler yang digunakan agar sistem *monitoring pressure* dapat ideal.
4. *Design system* yaitu untuk merancang baik dari *hardware* dan *software* yang digunakan.
5. Integrasi sistem untuk mengintegrasikan antara *hardware* dan *software* agar sesuai dan dapat bekerja sesuai dengan harapan nilai tekanan pada saat AC bekerja normal.
6. Pengambilan data, digunakan untuk mengambil data dari hasil *running Air Conditioner Plant* terhadap sistem *monitoring pressure*.
7. Analisis data dan penarikan kesimpulan yaitu menganalisis dari hasil pengambilan data serta mengambil kesimpulan.

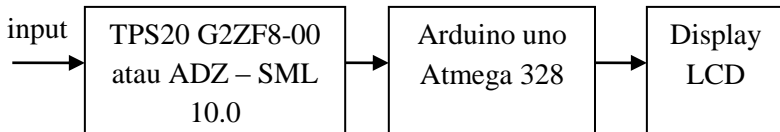
3.2 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada perancangan alat ini terdapat dua *hardware* yang terdiri dari pembuatan rangkaian elektrik sensor *pressure transmitter*, *SD Card Module Arduino Uno* dan perancangan sistem (*Air Conditioner*) *AC mini plant*.

3.2.1 Pembuatan Rangkaian Elektrik Sensor *Pressure Transmitter*

Pada pembuatan rangkaian elektrik ini berisi integrasi antara sensor *pressure transmitter* TPS20 G2ZF8-00 dan ADZ – SML 10.0 dengan Arduino Uno Atmega 328 yang berfungsi

sebagai kontrol hingga dapat menampilkan pembacaan sensor pada LCD.



Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Alat ukur *Pressure*

Pada Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa *input* dari sensor ini berupa *pressure* sehingga setelah sensor mendeteksi adanya tekanan udara. Output dari sensor ini adalah 2-40 mA. Kemudian diperlukan rangkaian pengkondisian sinyal yang berupa 4 resistor $1k\Omega$ yang disusun secara parallel sehingga didapatkan output tegangan sebesar 1-5 volt. Setelah itu keluaran dari sensor *pressure* akan masuk ke pemrosesan sinyal dimana yang berfungsi sebagai pemroses sinyal adalah Arduino uno Atmega 328. Pada arduino ini dibuat program agar data pengukuran *pressure* dapat ditampilkan.

Pada Gambar 3.3 dapat dilihat cara pemasangan alat ukur sebagai sensor yaitu *pressure transmitter* TPS20 G2ZF8-00 dan *pressure transducer* ADZ – SML 10.0.



Gambar 3.3 Pemasangan Sensor Ke Tubing

Pada Gambar 3.3 diatas merupakan proses pemasangan sensor ke tubing atau saluran, ada dua saluran pada sistem AC (*Air Conditioner*) *mini plant*. Dan berikut adalah tabel pin *Pressure Transmitter* TPS-20 dan ADZ-SML 10.0.

Tabel 3.1 Pin *Pressure Transmitter* TPS-20 dan ADZ-SML 10.0

Pin	Fungsi Pin
1	+
2	-
3	FG
4	NC

Karena *transmitter* ini berjenis *2-wire* maka hanya terdapat 2 kabel saja yang digunakan untuk keperluan sistem yaitu pin 1 dan 2 (+ dan -) saja. Pin (+) dikoneksikan dengan V+ dari *power supply* 24 Volt, sedangkan pin (-) dikoneksikan dengan V-. Untuk mengetahui nilai arus yang keluar dari *pressure transmitter* maka koneksi salah satu *wire* diputus dan mengoneksikan ke multi meter maka akan tertera nilai arus yang ada. Namun dikarenakan untuk mempermudah input kontroler maka dibutuhkan elemen pengkondisian sinyal untuk mengonversi nilai arus 4-20 mA menjadi besaran standar tegangan 1- 5 Volt. Dalam hal ini digunakan rumus dasar:

$$\diamond V = I.R$$

$$\diamond R = V / I$$

$$\diamond R = 1 / 0,004$$

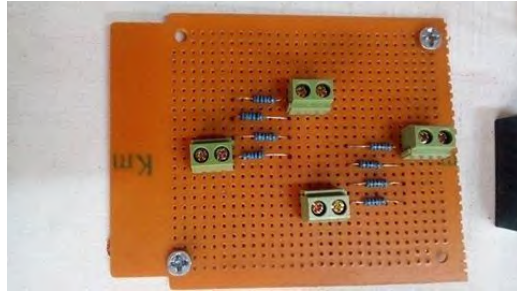
$$\diamond R = 250$$

$$\diamond R = V / I$$

$$\diamond R = 5 / 0,02$$

$$\diamond R = 250$$

Maka untuk mencari keluaran sebesar 1 – 5 volt dari 4-20 mA digunakan rangkaian resistor 250Ω sebagai elemen pengkondisian sinyal.



Gambar 3.4 Rangkaian Resistor 250 Ω

Pada rangkaian resistor tersebut digunakan resistor 1kΩ sebanyak 4 buah yang disusun secara paralel berdasarkan rumus yang ada yaitu:

$$\diamond \frac{1}{R_{Tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \frac{1}{R_n}$$

$$\diamond \frac{1}{R_{Tot}} = \frac{1}{1000} + \frac{1}{1000} + \frac{1}{1000} + \frac{1}{1000}$$

$$\diamond \frac{1}{R_{Tot}} = \frac{4}{1000}$$

$$\diamond R_{TOT} = 250$$

Dengan demikian untuk *input* menuju kontroler dengan *transmitter* yang berjenis 2-wire maka pin (-) dari *transmitter* dihubungkan dengan *analog input* kontroler sedangkan pin dari V- *power supply* 24 Volt memasuki ground kontroler sehingga terbentuk *looping* dan sinyal tegangan 1 – 5 Volt dapat memasuki kontroler. Kabel yang ada pada sensor *pressure transmitter* dihubungkan ke mikrokontroler arduino dan hasil dari pengukuran sensor *pressure* ditampilkan oleh

LCD serta ditampilkan pada *personal computer* untuk disimpan kedalam *database*.

Untuk konfigurasi antara sensor dengan arduino dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.2 Konfigurasi Sensor dengan Arduino Uno
ATMega 328

Komponen	Konfigurasi	Pin pada Arduino
Sensor	Pin 1 (+)	-
	Pin 2 (-)	A0 atau A1
LCDD4	VCC	+5V
	GND	GND
	RS	Pin Digital 12
	R/W	Ground
	E	PinDigital 11
	D4	Pin Digital 5
	D5	Pin Digital 4
	D6	Pin Digital 3
	D7	Pin Digital 2

Setelah sensor dapat menampilkan hasil pembacaannya, selanjutnya masuk ke dalam sistem monitoring dengan menggunakan sistem komunikasi *Visual Studio*. Melalui media komunikasi tersebut hasil pengukuran *pressure* dapat ditampilkan, dimana *pressure* dinyatakan dalam besaran kg/cm².

3.2.2 SD Card Module Arduino Uno Wiring

Pada pembuatan rangkaian elektrik ini berisi integrasi atau *wiring* Modul SD Card dengan Arduino Uno 328 sebagai *controller* sebagai sistem data akuisisi sebagai *data logger*. Berikut adalah *wiring* SD-Card Module Arduino Uno 328.



Gambar 3.5 Modul SD Card Arduino Uno Wiring

3.2.3 Perancangan Sistem AC (*Air Conditioner*) *Mini Plant*

Dalam tugas akhir ini membuat sistem *monitoring pressure* pada *mini plant AC (Air Conditioner)* dengan menggunakan komunikasi *visual studio*. Adapun beberapa bagian penting dalam sistem AC (*Air Conditioner*) yakni sebagai berikut:

a. Kompresor

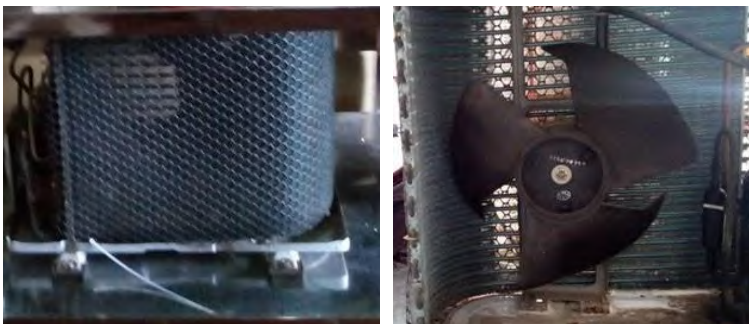
Kompresor ini merupakan alat mekanis yang berfungsi untuk menaikkan tekanan refrigeran dan menghisap refrigeran bertekanan rendah dari evaporator dan memampatkannya freon dengan tekanan yang tinggi. Nilai perbedaan tekanan pada sistem *air conditioner* dipengaruhi oleh kerja kompresor.



Gambar 3.6 Kompresor

b. Kondensor

Kondensor berfungsi untuk mendinginkan gas refrigeran sehingga terkondensasi menjadi cair dengan tekanan yang tinggi. Dalam kondensor akan terjadi perubahan bentuk zat pendingin yaitu dari gas menjadi cair.



Gambar 3.7 Kondensor

c. Evaporator

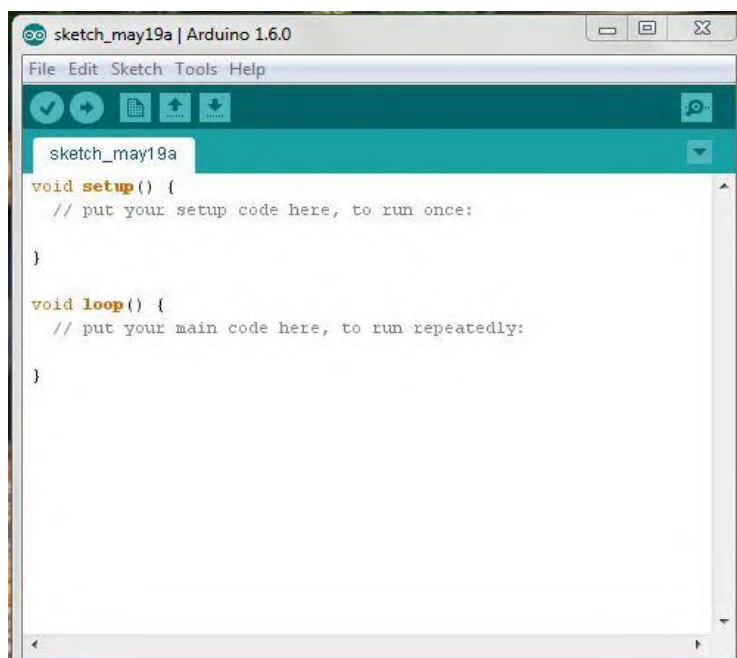
Evaporator berfungsi sebagai pendingin udara. Evaporator akan mngambil panas di sekelilingnya sehingga menyebabkan zat pendingin menguap menjadi gas dan kembali ke kompresor.



Gambar 3.8 Evaporator

3.3 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Pada perancangan alat ini, *software* yang digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran dari sensor *pressure* yaitu *software* Arduino. *Software* arduino ini berfungsi untuk mengintegrasikan data hasil pengukuan sensor pada Arduino Uno ATmega 328 dengan LCD 16x2 agar dapat ditampilkan. Pada *software* ini berisi *listring* program yang berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran *Pressure Transmitter* TPS20 G2ZF8-00 dan ADZ – SML 10.0. Di *software* ini juga berisi *listing* program yang mampu menampilkan hasil pengukuran sensor ke LCD 16x2 sehingga nilai pengukuran sensor *pressure transmitter* dapat ditampilkan pada LCD 16x2.



Gambar 3.9 Software Arduino 1.0.6

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data

Pada tugas akhir *Pressure Monitoring System* pada *Mini Plant Air Conditioner* telah dilakukan pengambilan data sebagai berikut:

4.1.1 Pengujian Sensor *Pressure Trasnsmitter* TPS20

Berikut merupakan Tabel 4.1 yang merupakan hasil pengujian sensor pada *pressure transmitter* yang dibandingkan dengan *pressure gauge* sebagai standar dengan satuan kg/cm^2 .

Tabel 4.1 Hasil Uji Sensor TPS20

No	Standar (kg/cm^2)	<i>Pressure</i> (kg/cm^2)		Rata-Rata (kg/cm^2)
		Rata-Rata Pembacaan Naik	Rata-Rata Pembacaan Turun	
1	0	0,098	0,0429	0,07045
2	1	1,296	1,278	1,287
3	2	1,658	1,904	1,781
4	3	2,194	2,451	2,3225
5	4	3,547	3,045	3,296

Berdasarkan data pada Tabel 4.1 tersebut, dapat diketahui ketidakpastian pengukuran sensor, perhitungan menggunakan persamaan ketidakpastian yang dapat dilihat pada lampiran C, hasil ketidakpastian pengukuran adalah sebagai berikut :

- a. $\sigma_{max} = 0,220918649 \text{ kg/cm}^2$
- b. $Ua1 = 0,098797823 \text{ kg/cm}^2$
- c. $b = 0,74866 \text{ kg/cm}^2$
- d. $a = -1,24871 \text{ kg/cm}^2$
- e. $SSR = 2,62243466 \text{ kg/cm}^2$
- f. $Ua2 = 0,934957158 \text{ kg/cm}^2$
- g. $Ub1 = 0,000288675 \text{ kg/cm}^2$
- h. $Ub2 = -$

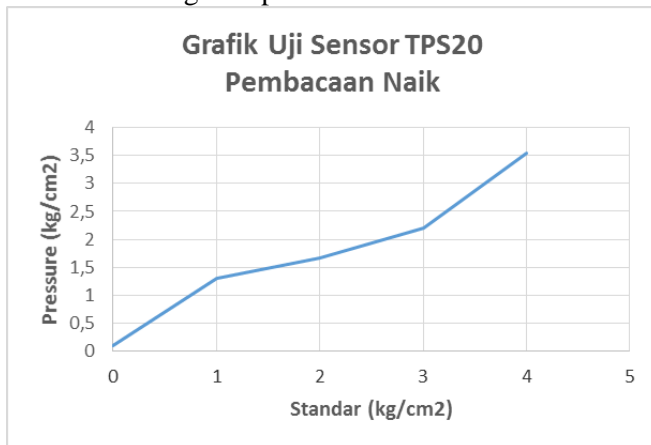
- i. $U_c = 0,940162741 \text{ kg/cm}^2$
- j. $V_{eff} = 4,089320454 \text{ kg/cm}^2$
- k. $k = 2,78$
- l. $U_{exp} = 2,61365242 \text{ kg/cm}^2$

4.1.2 Karakteristik Statik

Adapun perhitungan karakteristik statik dari sensor dapat dilihat pada lampiran C. Nilai karakteristik statik adalah sebagai berikut:

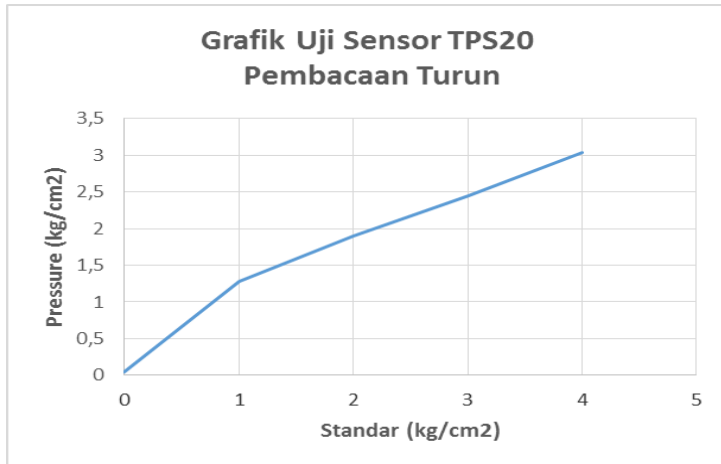
- a. Resolusi = 0,001
- b. Range = 0 – 4 kg/cm^2
- c. Error = 0,05608333 kg/cm^2
- d. Error (%) = 5,608333 %
- e. Akurasi = 0,943916667
- f. Presisi = 0,881053831

Berikut adalah grafik pembacaan sensor naik dan turun



Gambar 4.1 Grafik Uji Sensor TPS20 - Pembacaan Naik

Data pada Gambar 4.1 tersebut merupakan grafik dari uji sensor yang diperoleh dari pembacaan naik dari 0 hingga 4 dengan menggunakan satuan kg/cm^2 .



Gambar 4.2 Grafik Uji Sensor TPS20 - Pembacaan Turun

Data pada Gambar 4.2 tersebut merupakan grafik dari uji sensor yang diperoleh dari pembacaan turun dari 4 hingga 0 dengan menggunakan satuan kg/cm².

4.1.3 Pengujian Sensor Pressure Transmitter ADZ SML 10.0

Berikut merupakan tabel 4.2 yang merupakan hasil pengujian sensor pada *pressure transmitter* yang dibandingkan dengan *pressure gauge* sebagai standar dengan satuan kg/cm².

Tabel 4.2 Hasil Uji Sensor ADZ SML 10.0

No	Standar (kg/cm ²)	Pressure (kg/cm ²)		Rata-Rata (kg/cm ²)
		Rata-Rata Pembacaan Naik	Rata-Rata Pembacaan Turun	
1	0	0,071	0,046	0,0585
2	1	1,2391	1,294	1,26655
3	2	1,866	1,768	1,817
4	3	3,127	2,946	3,0365
5	4	3,8636	3,835	3,8493

Berdasarkan data pada Tabel 4.2 tersebut, dapat diketahui ketidakpastian pengukuran sensor, perhitungan menggunakan persamaan ketidakpastian yang dapat dilihat pada lampiran D, hasil ketidakpastian pengukuran adalah sebagai berikut :

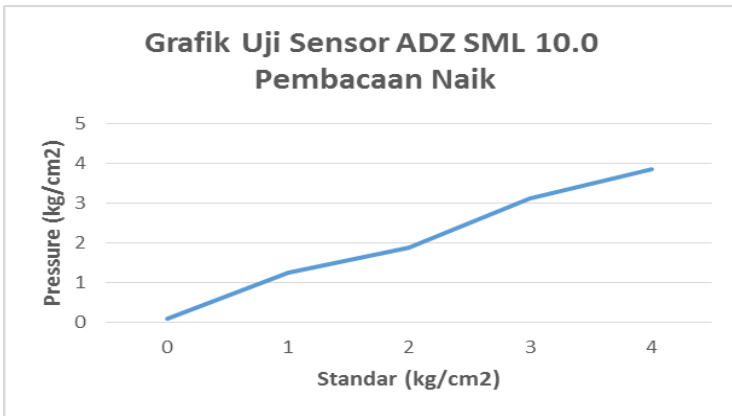
- a. $\sigma_{max} = 0,09077712 \text{ kg/cm}^2$
- b. $Ua1 = 0,040596762 \text{ kg/cm}^2$
- c. $b = 0,935155 \text{ kg/cm}^2$
- d. $a = -1,87588 \text{ kg/cm}^2$
- e. $SSR = 7,664193989 \text{ kg/cm}^2$
- f. $Ua2 = 1,598352692 \text{ kg/cm}^2$
- g. $Ub1 = 0,000288675 \text{ kg/cm}^2$
- h. $Ub2 = -$
- i. $Uc = 1,598868197 \text{ kg/cm}^2$
- j. $V_{eff} = 4,005161184 \text{ kg/cm}^2$
- k. $k = 2,78$
- l. $U_{exp} = 4,444853586 \text{ kg/cm}^2$

4.1.4 Karakteristik Statik

Adapun perhitungan karakteristik statik dari sensor dapat dilihat pada lampiran D. Nilai karakteristik statik adalah sebagai berikut:

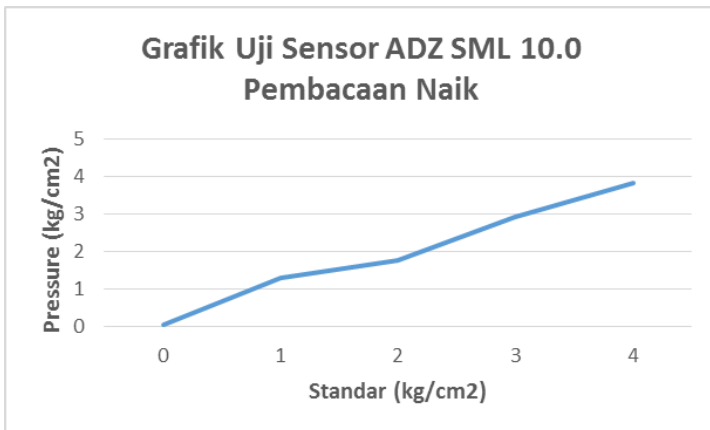
- a. Resolusi = 0,001
- b. Range = 0 – 4 kg/cm^2
- c. Error = 0,4626146 kg/cm^2
- d. Error (%) = 46,26146 %
- e. Akurasi = 1,462614583
- f. Presisi = 0,783478286

Berikut adalah grafik pembacaan sensor naik dan turun



Gambar 4.3 Grafik Uji Sensor ADZ SML 10.0 - Pembacaan Naik

Data pada Gambar 4.3 tersebut merupakan grafik dari uji sensor yang diperoleh dari pembacaan naik dari 0 hingga 4 dengan menggunakan satuan kg/cm².



Gambar 4.4 Grafik Uji Sensor ADZ SML 10.0 - Pembacaan Turun

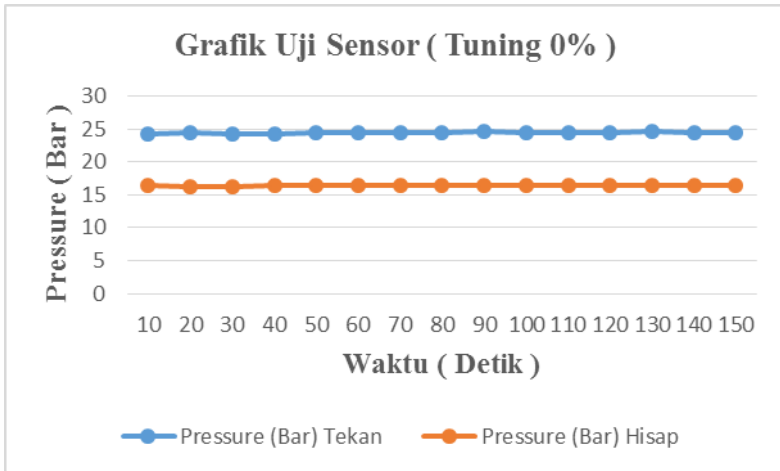
Data pada Gambar 4.4 tersebut merupakan grafik dari uji sensor yang diperoleh dari pembacaan turun dari 4 hingga 0 dengan menggunakan satuan kg/cm^2 .

4.2 Pengujian Sensor Pada Sistem

Pada pengujian sensor *Pressure Transmitter* pada sistem *Air Conditioner*, sensor *pressure* diletakkan pada saluran tekan dan saluran hisap. Peletakan sensor di dua saluran tersebut bertujuan untuk mengetahui nilai tekanan. Berikut adalah data berupa tabel yang terdiri dari pembacaan *pressure transmitter* berupa nilai ADC, tegangan yang dihasilkan, *pressure output* pada saluran tekan dan saluran hisap tiap 10 detik dan tiap 1 kg/cm^2 atau dalam satuan Bar. Tuning frekuensi kompresor 20% - 100%.

Tabel 4.3 Sistem *Monitoring Pressure* Pada *Air Conditioner* Saat Sistem AC Belum Bekerja Normal (0%)

Waktu	ADC1	ADC2	V1	V2	Tekan	Hisap
10	464	500	2,27	2,44	24,21	16,33
20	467	498	2,28	2,43	24,37	16,26
30	466	499	2,28	2,44	24,31	16,29
40	464	500	2,27	2,44	24,21	16,33
50	467	500	2,28	2,44	24,37	16,33
60	467	500	2,28	2,44	24,37	16,33
70	467	501	2,28	2,45	24,37	16,36
80	467	500	2,28	2,44	24,37	16,33
90	471	500	2,30	2,44	24,57	16,33
100	467	501	2,28	2,45	24,37	16,36
110	469	502	2,29	2,45	24,47	16,39
120	469	500	2,29	2,44	24,47	16,33
130	470	501	2,30	2,45	24,52	16,36
140	467	500	2,28	2,44	24,37	16,33
150	468	502	2,29	2,45	24,42	16,39



Gambar 4.5 Grafik Pembacaan Uji Sensor Saat Sistem AC Belum Bekerja (0%)

Data pada Gambar 4.5 tersebut merupakan grafik dari uji sensor yang diperoleh dari pembacaan saluran tekan dan saluran hisap dengan satuan Bar. Data tersebut menunjukkan bahwa pada saat sistem AC belum bekerja, nilai tekanan pada saluran tekan rata-rata sebesar 24,38 Bar dan saluran hisap sebesar 16,34 Bar.

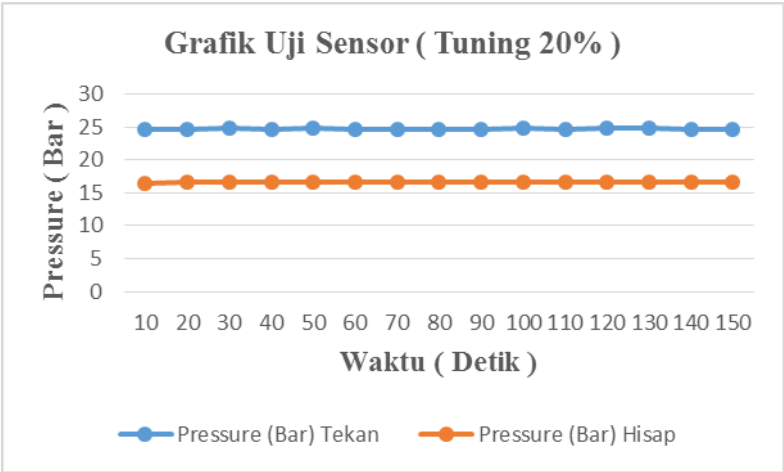
Berikut adalah Tabel 4.4 yaitu pembacaan sensor *pressure transmitter* pada saat tuning frekuensi kompresor sebesar 20%.

Tabel 4.4 Sistem *Monitoring Pressure* Pada *Air Conditioner* Saat Sistem AC Dengan Tuning 20%

Waktu	ADC1	ADC2	V1	V2	Tekan	Hisap
10	473	505	2,31	2,47	24,68	16,49
20	473	506	2,31	2,77	24,68	16,52
30	474	506	2,32	2,47	24,73	16,52
40	473	506	2,31	2,47	24,68	16,52
50	476	506	2,33	2,47	24,83	16,52

Waktu	ADC1	ADC2	V1	V2	Tekan	Hisap
60	473	507	2,31	2,48	24,68	16,56
70	473	507	2,31	2,48	24,68	16,56
80	472	508	2,31	2,48	24,63	16,59
90	472	507	2,31	2,48	24,63	16,56
100	474	507	2,32	2,48	24,73	16,56
110	471	507	2,30	2,48	24,57	16,56
120	475	508	2,32	2,48	24,78	16,59
130	475	509	2,32	2,49	24,78	16,62
140	473	508	2,31	2,48	24,68	16,59
150	473	508	2,31	2,48	24,68	16,59

Berikut adalah grafik pembacaan dari sensor pada saluran tekan dan saluran hisap saat kompresor sistem AC di tuning sebesar 20%.



Gambar 4.6 Grafik Pembacaan Uji Sensor Saat Kompresor Sistem AC Bekerja (20%)

Data pada Gambar 4.6 tersebut merupakan grafik dari uji sensor yang diperoleh dari pembacaan saluran tekan dan saluran

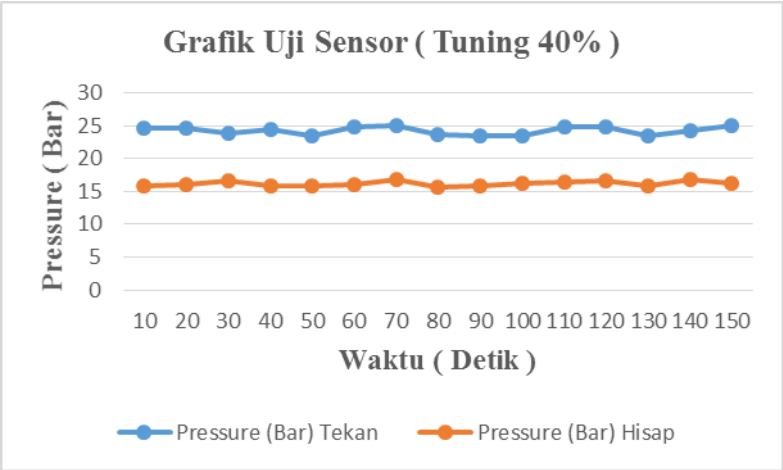
hisap dengan satuan Bar. Data tersebut menunjukkan bahwa pada saat kompresor sistem AC bekerja sebesar 20%, nilai tekanan pada saluran tekan rata-rata sebesar 24,69 Bar dan saluran hisap sebesar 16,56 Bar.

Berikut adalah Tabel 4.5 yang merupakan hasil pembacaan sensor *pressure transmitter* pada saat tuning frekuensi kompresor sebesar 40%.

Tabel 4.5 Sistem *Monitoring Pressure* Pada *Air Conditioner* Saat Sistem AC Dengan Tuning 40%

Waktu	ADC1	ADC2	V1	V2	Tekan	Hisap
10	470	486	2,30	2,38	24,52	15,87
20	472	492	2,31	2,40	24,63	16,07
30	455	507	2,11	2,48	23,74	16,56
40	468	483	2,29	2,36	24,42	15,77
50	448	486	2,19	2,38	23,37	15,87
60	475	490	2,32	2,39	24,78	16,00
70	479	512	2,34	2,50	24,99	16,72
80	452	481	2,21	2,35	23,58	15,71
90	450	482	2,20	2,36	23,48	15,74
100	450	497	2,20	2,43	23,48	16,23
110	475	501	2,32	2,45	24,78	16,36
120	475	511	2,32	2,50	24,78	16,69
130	451	483	2,20	2,36	23,53	15,77
140	464	514	2,27	2,51	24,21	16,78
150	478	495	2,34	2,42	24,94	16,16

Berikut adalah grafik pembacaan dari sensor pada saluran tekan dan saluran hisap saat kompresor sistem AC di tuning sebesar 40%.



Gambar 4.7 Grafik Pembacaan Uji Sensor Saat Kompresor Sistem AC Bekerja (40%)

Data pada Gambar 4.7 tersebut merupakan grafik dari uji sensor yang diperoleh dari pembacaan saluran tekan dan saluran hisap dengan satuan Bar. Data tersebut menunjukkan bahwa pada saat kompresor sistem AC bekerja sebesar 40%, nilai tekanan pada saluran tekan rata-rata sebesar 24,22 Bar dan saluran hisap sebesar 16,15 Bar.

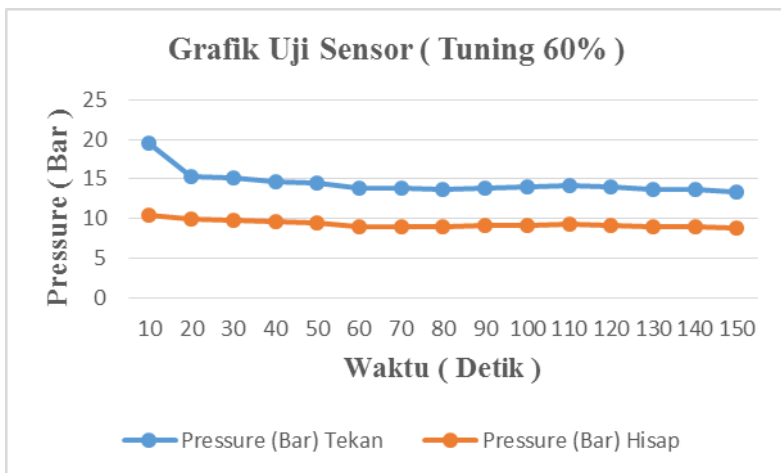
Berikut adalah Tabel 4.6 yang merupakan hasil pembacaan sensor *pressure transmitter* pada saat tuning frekuensi kompresor sebesar 60%.

Tabel 4.6 Sistem *Monitoring Pressure* Pada *Air Conditioner* Saat Sistem AC Dengan Tuning 60%

Waktu	ADC1	ADC2	V1	V2	Tekan	Hisap
10	374	317	1,83	1,55	19,51	10,35
20	293	307	1,43	1,50	15,29	10,02

30	290	301	1,42	1,47	15,13	9,83
Waktu	ADC1	ADC2	V1	V2	Tekan	Hisap
40	281	295	1,37	1,44	14,66	9,63
50	279	292	1,36	1,43	14,56	9,53
60	265	277	1,30	1,35	13,83	9,04
70	264	276	1,29	1,35	13,77	9,01
80	262	275	1,28	1,34	13,67	8,98
90	266	279	1,30	1,36	13,88	9,11
100	269	282	1,31	1,38	14,03	9,21
110	270	283	1,32	1,38	14,09	9,24
120	267	280	1,30	1,37	13,93	9,14
130	263	276	1,29	1,35	13,72	9,01
140	263	275	1,29	1,34	13,72	8,98
150	256	269	1,25	1,31	13,36	8,78

Berikut adalah grafik pembacaan dari sensor pada saluran tekan dan saluran hisap saat kompresor sistem AC di tuning sebesar 60%.



Gambar 4.8 Grafik Pembacaan Uji Sensor Saat Kompresor Sistem AC Bekerja (60%)

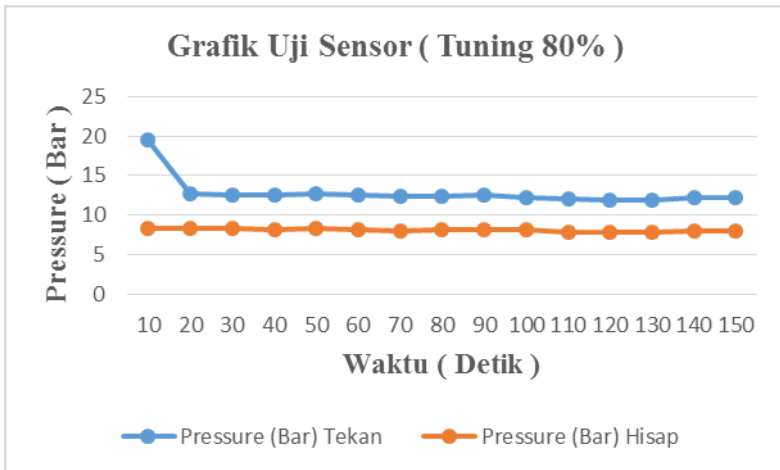
Data pada Gambar 4.8 tersebut merupakan grafik dari uji sensor yang diperoleh dari pembacaan saluran tekan dan saluran hisap dengan satuan Bar. Data tersebut menunjukkan bahwa pada saat kompresor sistem AC bekerja sebesar 60%, nilai tekanan pada saluran tekan rata-rata sebesar 14,48 Bar dan saluran hisap sebesar 9,32 Bar.

Berikut adalah Tabel 4.7 yang merupakan hasil pembacaan sensor *pressure transmitter* pada saat tuning frekuensi kompresor sebesar 80%.

Tabel 4.7 Sistem *Monitoring Pressure* Pada *Air Conditioner* Saat Sistem AC Dengan Tuning 80%

Waktu	ADC1	ADC2	V1	V2	Tekan	Hisap
10	374	254	1,83	1,24	19,51	8,29
20	243	255	1,19	1,25	12,68	8,33
30	241	253	1,18	1,24	12,57	8,26
40	239	251	1,17	1,23	12,47	8,20
50	243	253	1,19	1,24	12,68	8,26
60	240	250	1,17	1,22	12,52	8,16
70	237	247	1,16	1,21	12,37	8,07
80	238	249	1,16	1,22	12,42	8,13
90	239	251	1,17	1,23	12,47	8,20
100	233	248	1,14	1,21	12,16	8,10
110	230	242	1,12	1,18	12,00	7,90
120	229	240	1,12	1,17	11,95	7,84
130	229	242	1,12	1,18	11,95	7,90
140	233	245	1,14	1,20	12,16	8,00
150	235	245	1,15	1,20	12,26	8,00

Berikut adalah grafik pembacaan dari sensor pada saluran tekan dan saluran hisap saat kompresor sistem AC di tuning sebesar 80%.



Gambar 4.9 Grafik Pembacaan Uji Sensor Saat Kompresor Sistem AC Bekerja (80%)

Data pada Gambar 4.9 tersebut merupakan grafik dari uji sensor yang diperoleh dari pembacaan saluran tekan dan saluran hisap dengan satuan Bar. Data tersebut menunjukkan bahwa pada saat kompresor sistem AC bekerja sebesar 80%, nilai tekanan pada saluran tekan rata-rata sebesar 12,81 Bar dan saluran hisap sebesar 8,11 Bar.

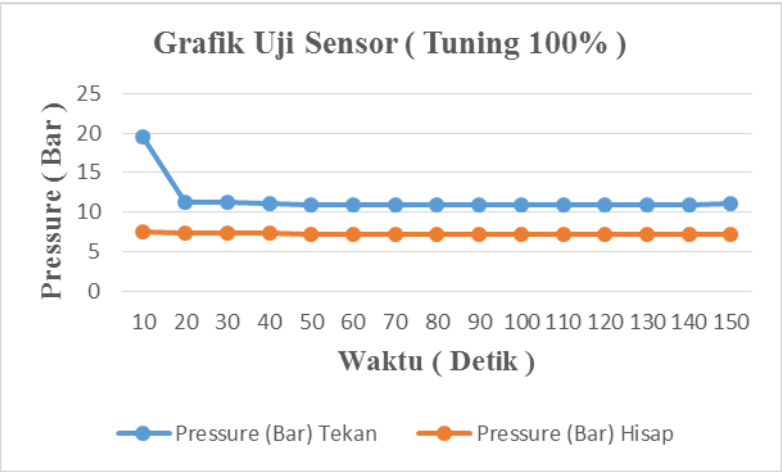
Berikut adalah Tabel 4.8 yang merupakan pembacaan sensor *pressure transmitter* pada saat tuning frekuensi kompresor sebesar 100%.

Tabel 4.8 Sistem *Monitoring Pressure* Pada *Air Conditioner* Saat Sistem AC Dengan Tuning 100%

Waktu	ADC1	ADC2	V1	V2	Tekan	Hisap
10	373	230	1,82	1,12	19,46	7,51
20	216	227	1,06	1,11	11,27	7,41
30	215	224	1,05	1,09	11,22	7,31

40	212	224	1,04	1,09	11,06	7,31
Waktu	ADC1	ADC2	V1	V2	Tekan	Hisap
50	210	221	1,03	1,08	10,96	7,22
60	209	219	1,02	1,07	10,90	7,15
70	209	220	1,02	1,08	10,90	7,18
80	208	219	1,02	1,07	10,85	7,15
90	208	221	1,02	1,08	10,85	7,22
100	209	219	1,02	1,07	10,90	7,15
110	209	221	1,02	1,08	10,90	7,22
120	209	219	1,02	1,07	10,90	7,15
130	209	219	1,02	1,07	10,90	7,15
140	208	220	1,02	1,08	10,85	7,18
150	211	221	1,02	1,08	11,01	7,22

Berikut adalah grafik pembacaan dari sensor pada saluran tekan dan saluran hisap saat kompresor sistem AC di tuning sebesar 100%.



Gambar 4.10 Grafik Pembacaan Uji Sensor Saat Kompresor Sistem AC Bekerja (100%)

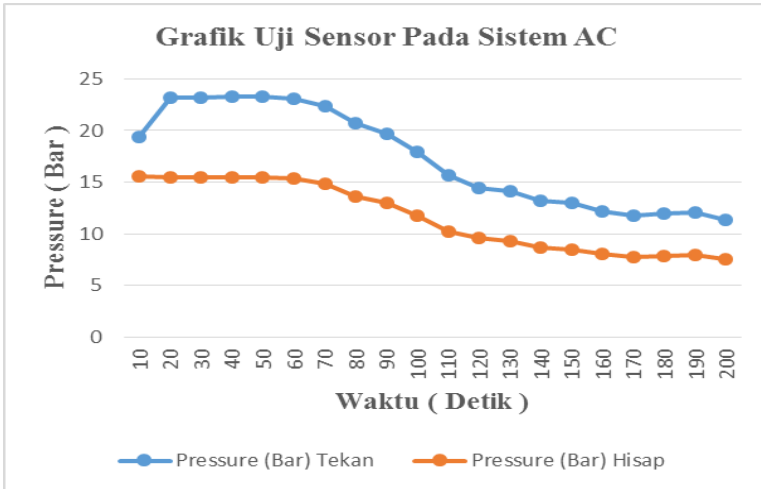
Data pada Gambar 4.10 tersebut merupakan grafik dari uji sensor yang diperoleh dari pembacaan saluran tekan dan saluran hisap dengan satuan Bar. Data tersebut menunjukkan bahwa pada saat kompresor sistem AC bekerja sebesar 100%, nilai tekanan pada saluran tekan rata-rata sebesar 11,53 Bar dan saluran hisap sebesar 7,24 Bar.

Berikut adalah Tabel 4.9 yang merupakan hasil pembacaan sensor *pressure transmitter* pada sistem AC yang bekerja normal.

Tabel 4.9 Sistem *Monitoring Pressure* Pada *Air Conditioner* Saat Sistem AC Bekerja Normal

Waktu	ADC1	ADC2	V1	V2	Tekan	Hisap
10	372	478	1,82	2,34	19,41	15,61
20	445	473	2,17	2,31	23,22	15,44
30	445	474	2,17	2,32	23,22	15,48
40	447	473	2,18	2,31	23,32	15,44
50	446	473	2,18	2,31	23,27	15,44
60	443	472	2,17	2,31	23,11	15,41
70	429	454	2,10	2,22	22,38	14,82
80	397	418	1,94	2,04	20,71	13,65
90	378	397	1,85	1,94	19,72	12,96
100	343	360	1,68	1,76	17,90	11,76
110	301	313	1,47	1,53	15,70	10,22
120	277	294	1,35	1,44	14,45	9,6
130	270	285	1,32	1,39	14,09	9,31
140	253	265	1,24	1,30	13,20	8,65
150	248	258	1,21	1,26	12,94	8,42
160	233	245	1,14	1,20	12,16	8,00
170	226	238	1,10	1,16	11,79	7,77
180	229	240	1,12	1,17	11,95	7,84
190	231	242	1,13	1,18	12,05	7,90
200	218	229	1,07	1,12	11,37	7,48

Berikut adalah grafik pembacaan dari sensor pada saluran tekan dan saluran hisap saat kompresor sistem AC yang bekerja secara normal.

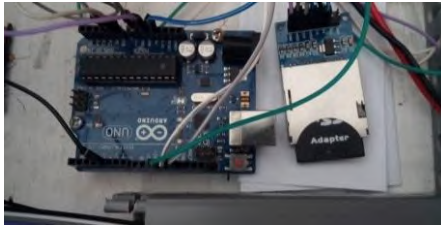


Gambar 4.11 Grafik Pembacaan Uji Sensor Pada Sistem AC

Data pada Gambar 4.11 tersebut merupakan grafik dari uji sensor secara keseluruhan pada sistem AC, tekanan pada saluran tekan lebih besar daripada tekanan pada saluran hisap, hal ini karena dipengaruhi oleh kerja kompresor yang berguna untuk memampatkan freon dan menghisap freon dari evaporator. Pada keadaan awal setelah tuning 0 – 100 %, dilakukan pengambilan data dengan kompresor keadaan mati, kemudian dilakukan tuning secara perlahan hingga 100%. Maka tiap 10 detik, data nilai tekanan dapat diketahui perbedaannya. Semakin lama nilai tekanan akan semakin turun, saat kompresor bekerja normal dalam sistem AC, maka nilai tekanannya stabil. Dapat dilihat bahwa tekanan pada saluran tekan dan saluran hisap pada saat AC belum bekerja yaitu 19,41 Bar dan 15,61 Bar, jika sistem AC sudah bekerja normal, nilai tekanannya yaitu 11,37 Bar pada saluran tekan dan 7,48 Bar pada saluran hisap.

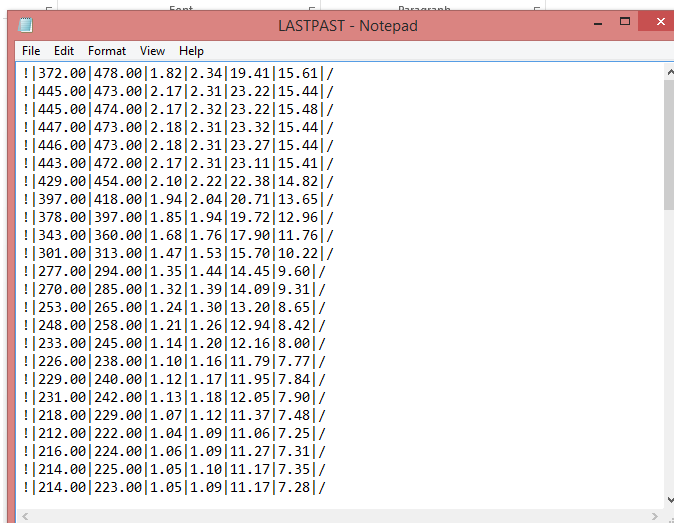
4.3 Pengujian Modul SD Card dan Arduino Uno 328

Pengujian modul SD Card yang didalamnya terdapat memory *micro* SD dengan menggunakan Arduino UNO ATMEGA 328 adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.12



Gambar 4.12 Pengujian Modul SD Card

Pengujian modul penyimpanan data (*Data logger*) dilakukan dengan mengkoneksikan ke modul mikrokontroler. Berikut ini hasil pengujian dan perbandingan antara data yang tersimpan dalam *memory micro* SD dan *serial monitor* pada *software* Arduino.



Gambar 4.13 Pengujian modul penyimpanan data

4.4 Pembahasan

Pada pengambilan data *monitoring pressure* dari pembacaan sensor *pressure transmitter* dengan type ADZ – SML 10.0 pada saluran tekan dan TPS20 G2Z8F8-00 pada saluran hisap. Hal ini digunakan untuk mengetahui berapa *pressure* yang berada pada saluran tekan dan saluran hisap sistem *Air Conditioner* (AC).

Pressure transmitter TPS-20 G2Z8F8-00 memiliki keluaran yang dibaca sebagai sinyal analog dan diterjemahkan menjadi data digital 10 bit. Jadi 4–20 mA yang diubah menjadi 1-5 volt oleh elemen pengkondisian sinyal diterjemahkan menjadi data digital 0-1023. Untuk *pressure transmitter* ini kondisi ketika diaktifkan *power supply* 24 volt, *pressure* 0,00 Kg/cm² akan bernilai ADC 200 dan tegangan 1,01 V. Artinya *pressure transmitter* mengeluarkan sinyal 4 mA. Sedangkan 1023 artinya *pressure* telah mencapai nilai maksimal yaitu 20 Kg/cm² dari keluaran *pressure transmitter* 20 mA (5 volt). Begitupun dengan sensor *pressure transmitter* ADZ – SML 10.0 dengan maksimal *range* ukur 400 Kg/cm² dan maksimal data digital yaitu 1023. *Output* dari sensor akan diolah oleh elemen pemrosesan sinyal yang berupa Arduino Uno Atmega 328 yang berfungsi untuk menampilkan data pengukuran dari sensor. Didalam *listing program* Arduino berisi rumus yang dapat mengubah sinyal pulsa menjadi tekanan dengan satuan Bar.

Berdasarkan pengujian sensor yang telah dilakukan, pada Tabel 4.1 merupakan tabel hasil perhitungan kalibrasi pembacaan sensor dengan standart. Berdasarkan tabel tersebut dilakukan perhitungan sesuai dengan persamaan yang telah tercantum pada tinjauan teori dapat diketahui standart deviasi dari kalibrasi sensor TPS20 G2Z8F8-00 yakni sebesar 0,220918649, ketidakpastian type A1 adalah sebesar 0,098797823, ketidakpastian diperluas atau *Uexpand* sebesar 2,61365242, nilai akurasi dari pembacaan sensor adalah 0,943916667, nilai presisi dari sensor adalah 0,881053831 dan *error* sebesar 5,608333 %. Pada Tabel 4.2 merupakan tabel hasil perhitungan kalibrasi pembacaan sensor dengan standart dan didapatkan nilai standart deviasi dari kalibrasi sensor *pressure transmitter* ADZ – SML 10.0 yakni

sebesar 0,09077712, ketidakpastian *type A1* adalah sebesar 0,040596762, ketidakpastian diperluas atau *Uexpand* sebesar 4,444853586, nilai akurasi dari pembacaan sensor adalah 1,462614583, nilai presisi dari sensor adalah 0,783478286 dan *error* sebesar 46,26146 %.

Sistem penyimpanan data (*Data logger*) yang digunakan sebagai *recorder* dalam proses *monitoring pressure system air conditioner* (AC) adalah dengan menggunakan Modul SD Card yang di dalamnya terdapat *memory micro SD* dan dihubungkan dengan *mikrokontroler* Arduino Uno ATMEGA 328. Setelah semua *wiring* sudah selesai, maka dilakukan pengambilan data seperti pada Tabel 4.3 hingga Tabel 4.9.

Pada keadaan awal yaitu saat AC tidak bekerja, tekanan di dalam saluran hisap dan saluran tekan adalah besar dengan nilai 24 Bar dan 16 Bar, *pressure* akan mengalami penurunan setiap penambahan kerja kompresor, hal ini karena dipengaruhi oleh kompresor yang semakin lama semakin bekerja secara normal 100%. Sehingga nilai ADC dari *voltage* yang dihasilkan juga akan mengalami penurunan sesuai dengan data yang telah diperoleh. *Running* sistem dilakukan dengan melakukan tuning pada kompresor tiap rentang 20% selama 10 detik hingga 15 kali pembacaan. Berdasarkan data diatas didapatkan rata-rata nilai tekanan pada saluran tekan dan saluran hisap mengalami penurunan, pada keadaan awal AC belum bekerja, nilai tekanan pada saluran tekan dan saluran hisap yaitu 24,38 Bar dan 16,34 Bar. Saat dilakukan tuning pada kompresor sebesar 20% yaitu 24,69 Bar dan 16,56 Bar, saat 40% yaitu 24,22 Bar dan 16,15 Bar, saat 60% yaitu 14,48 Bar dan 9,32 Bar, saat 80% yaitu 12,81 Bar dan 8,11 Bar, saat 100% yaitu kompresor bekerja normal pada sistem AC didapatkan rata-rata tekanan pada saluran tekan sebesar 11,53 Bar dan saluran hisap sebesar 7,24 Bar. Semua setiap tuning kemudian dijadikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat dari Gambar 4.5 hingga 4.11. Pada Gambar 4.11 didapatkan adanya penurunan nilai tekanan, hal ini menandakan bahwa sistem AC sudah bekerja secara normal.

LAMPIRAN A
PENGUJIAN SENSOR *PRESSURE TRANSMITTER* TPS20

Rentang Ukur (kg/cm2)	Pembacaan STD (kg/cm2)	Pembacaan Alat										Rata-rata Pembacaan Alat (kg/cm2)
		Naik										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	0	0,92	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0,098
1	1	1,291	1,281	1,301	1,291	1,301	1,311	1,301	1,291	1,301	1,291	1,296
2	2	1,711	1,681	1,671	1,661	1,661	1,651	1,661	1,631	1,631	1,621	1,658
3	3	2,162	2,162	2,152	2,152	2,162	2,162	2,172	2,262	2,282	2,272	2,194
4	4	3,723	3,703	3,653	3,613	3,553	3,523	3,493	3,443	3,403	3,363	3,547

Rentang Ukur (kg/cm2)	Pembacaan STD (kg/cm2)	Pembacaan Alat										Rata-rata Pembacaan Alat (kg/cm2)
		Turun										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	0	0,291	0,13	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0429
1	1	1,691	1,571	1,131	1,081	1,091	1,151	1,221	1,251	1,281	1,311	1,278
2	2	1,901	1,941	1,931	1,931	1,921	1,901	1,891	1,891	1,871	1,861	1,904
3	3	2,272	2,372	2,522	2,572	2,552	2,552	2,452	2,422	2,402	2,392	2,451
4	4	3,033	3,033	3,043	3,043	3,043	3,043	3,053	3,053	3,053	3,053	3,045

Rentang Ukur (kg/cm2)	Pembacaan STD (kg/cm2)	Rata-rata Pembacaan Alat		Rata-rata Pembacaan (kg/cm2)	Error (Koreksi)
		Naik	Turun		
0	0	0,098	0,0429	0,07045	-0,07045
1	1	1,296	1,278	1,287	-0,287
2	2	1,658	1,904	1,781	0,219
3	3	2,194	2,451	2,3225	0,6775
4	4	3,547	3,045	3,296	0,704
Jumlah Pembacaan	10			8,75695	1,24305
Rata-rata	2				0,24861
Standart Deviasi					0,220918649
UA1					0,098797823
UA2					0,934957158

	xi = Rata-rata pembacaan standard & yi = nilai koreksi								R ² (<i>Square Residual</i>)
	xi	yi	xi ²	yi ²	xi*yi	Error (Koreksi)	Yregresi	Residu	
	0	0,07045	0	0,004963203	0	-0,07045	-1,24871	1,17826	1,388296628
	1	1,287	1	1,656369	1,287	-0,287	-0,50005	0,21305	0,045390303
	2	1,781	4	3,171961	3,562	0,219	0,24861	-0,02961	0,000876752
	3	2,3225	9	5,39400625	6,9675	0,6775	0,99727	-0,31977	0,102252853
	4	3,296	16	10,863616	13,184	0,704	1,74593	-1,04193	1,085618125
Jumlah	10	8,75695	30		25,0005				
Rata-Rata	2	1,75139				0,24861			
Nilai b						0,74866			
Nilai a						-1,24871			
Nilai SSR (<i>Sum Square Residual</i>)									2,62243466

LAMPIRAN B
PENGUJIAN SENSOR *PRESSURE TRANSMITTER* ADZ - SML 10.0

Rentang Ukur (kg/cm2)	Pembacaan STD (kg/cm2)	Pembacaan Alat										Rata-rata Pembacaan Alat (kg/cm2)
		Naik										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	0	0,56	0,1	0	0	0,02	0,01	0	0	0,01	0,11	0,071
1	1	1,1	1,1	1	1,3	1,4	1,3	1,3	1,29	1,3	1,3	1,2391
2	2	1,9	1,9	1,8	1,86	1,9	1,9	1,7	1,7	2	2	1,866
3	3	3,01	3,05	3,01	3,5	3,5	2,9	2,97	3,02	3,01	3,3	3,127
4	4	3,6	3,703	3,633	4,07	3,7	3,75	3,86	3,9	4,1	4,3	3,8636

Rentang Ukur (kg/cm2)	Pembacaan STD (kg/cm2)	Pembacaan Alat										Rata-rata Pembacaan Alat (kg/cm2)
		Turun										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	0	0,1	0,01	0,02	0,1	0,02	0,05	0,1	0,1	0,03	0,04	0,046
1	1	1,2	1,3	1,5	1,04	1,3	1,5	1,5	1,2	1,2	1,2	1,294
2	2	1,98	1,8	1,7	1,9	1,7	1,75	1,75	1,9	1,6	1,65	1,768
3	3	3,03	2,8	2,9	3,02	3,04	2,8	2,9	3,1	2,8	3,07	2,946
4	4	3,7	3,7	4,03	3,8	3,9	3,8	4,02	3,9	3,8	3,7	3,835

Rentang Ukur (kg/cm2)	Pembacaan STD (kg/cm2)	Rata-rata Pembacaan Alat		Rata-rata Pembacaan (kg/cm2)	Error (Koreksi)
		Naik	Turun		
0	0	0,71	0,046	0,0585	-0,0585
1	1	1,2391	1,294	1,26655	-0,26655
2	2	1,866	1,728	1,817	0,183
3	3	3,127	2,946	3,0365	-0,0365
4	4	3,8636	3,835	3,8493	0,1507
Jumlah Pembacaan	10			10,02785	-0,02785
Rata-rata	2				-0,00557
Standart Deviasi					0,09077712
UA1					0,040596762
UA2					1,598352692

	xi = Rata-rata pembacaan standard & yi = nilai koreksi								R^2 (<i>Square Residual</i>)
	xi	yi	xi^2	yi^2	xi*yi	Error (Koreksi)	Yregresi	Residu	
	0	0,0585	0	0,00342225	0	-0,0585	-1,87588	1,81738	3,302870064
	1	1,26655	1	1,604148903	1,26655	-0,26655	-0,940725	0,674175	0,454511931
	2	1,817	4	3,301489	3,634	0,183	-0,00557	0,18857	0,035558645
	3	3,0365	9	9,22033225	9,1095	-0,0365	-0,929585	-0,966085	0,933320227
	4	3,8493	16	14,81711049	15,3972	0,1507	1,86474	-1,71404	2,937933122
Jumlah	10	10,02785	30		29,40725				
Rata-Rata	2	2,00557				-0,00557			
Nilai b						0,935155			
Nilai a						-1,87588			
Nilai SSR (<i>Sum Square Residual</i>)									7,664193989

LAMPIRAN C

HASIL KETIDAKPASTIAN SENSOR TPS20

- a. Standard Deviasi

$$\sigma_{max} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x')^2}{n-1}}$$

$$\sigma_{max} = 0,220918649 \text{ kg/cm}^2$$

- b. Ketidakpastian tipe A (UA1)

$$U_{a1} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$U_{a1} = \frac{0,220918649}{\sqrt{4}}$$

$$U_{a1} = 0,098797823 \text{ kg/cm}^2$$

- c. Nilai b

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}$$

$$b = 0,74866 \text{ kg/cm}^2$$

- d. $a = Y' - bx'$

$$a = 0,24861 - (0,74866 * 2)$$

$$a = -1,24871 \text{ kg/cm}^2$$

- e. *Sum Square Residual (SSR)*

$$SSR = \sum (Y_i - Y_{reg})^2$$

$$SSR = 2,62243466 \text{ kg/cm}^2$$

- f. Ketidakpastian Tipe A (UA2)

$$U_{a2} = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}}$$

$$U_{a2} = 0,934957158 \text{ Kg/cm}^2$$

- g. Ketidakpastian tipe B (UB1)

$$U_{b1} = \sqrt{\frac{0,5 \times \text{Resolusi}}{\sqrt{3}}}$$

$$U_{b1} = \sqrt{\frac{0,5 \times 0,001}{\sqrt{3}}}$$

$$U_{b1} = 0,000288675 \text{ kg/cm}^2$$

- h. Ketidakpastian tipe B(U_{B2})

$$U_{b2} = -$$

U_{b2} tidak dapat dihitung karena alat tidak memiliki sertifikat kalibrasi

- i. Ketidakpastian Kombinasi (U_C)

$$U_c = \sqrt{U_{a1}^2 + U_{a2}^2 + U_{b1}^2 + U_{b2}^2}$$

$$U_c =$$

$$\sqrt{0,098797823^2 + 0,934957158^2 + 0,000288675^2 + 0^2}$$

$$U_c = 0,940162741 \text{ kg/cm}^2$$

- j. V_{eff}

$$V_{eff} = \frac{U_c^4}{\frac{U_{a1}^4}{v_1} + \frac{U_{a2}^4}{v_2} + \frac{U_{b1}^4}{v_3} + \frac{U_{b2}^4}{v_4}}$$

$$V_{eff} = \frac{0,940162741^4}{\frac{0,098797823^4}{4} + \frac{0,934957158^4}{4} + \frac{0,000288675^4}{\sim} + \frac{0^4}{60}}$$

$$V_{eff} = 4,089320454 \text{ kg/cm}^2$$

- k. Dengan tingkat kepercayaan 95% dan $V_{eff} = 4,089320454$

Maka k dapat dilihat di tabel *T student*

$$k = 2,78$$

- l. U_{expand}

$$U_{exp} = k \times U_c$$

$$U_{exp} = 2,78 \times 0,940162741$$

$$U_{exp} = 2,61365242 \text{ kg/cm}^2$$

Karakteristik Statik

- a. Resolusi = 0,001
- b. $Range = 0 - 4 \text{ kg/cm}^2$
- c. $Error = 0,05608333$
- d. $Error (\%) = |0,05608333| \times 100\%$
 $Error = 5,608333 \%$

- e. Akurasi

$$Akurasi = 1 - \left(\text{rata-rata} \frac{\text{pemb std} - \text{pemb alat}}{\text{pembacaan std}} \right)$$

$$Akurasi = 1 - 0,056083333$$

$$Akurasi = 0,943916667$$

- f. Presisi

$$Presisi = 1 - \left(\text{rata-rata} \frac{\text{pemb alat} - \text{pemb std}}{\text{pembacaan alat}} \right)$$

$$Presisi = 1 - 0,118946169$$

$$Presisi = 0,881053831$$

LAMPIRAN D

HASIL KETIDAKPASTIAN SENSOR ADZ-SML 10.0

- a. Standard Deviasi

$$\sigma_{max} = \sqrt{\frac{\sum (xi - x')^2}{n-1}}$$

$$\sigma_{max} = 0,09077712 \text{ kg/cm}^2$$

- b. Ketidakpastian tipe A (UA1)

$$Ua1 = \frac{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}{\sqrt{4}}$$

$$Ua1 = \frac{0,220918649}{\sqrt{4}}$$

$$Ua1 = 0,040596762 \text{ kg/cm}^2$$

- c. Nilai b

$$b = \frac{n \sum xi yi - \sum xi \sum yi}{n(\sum xi^2) - (\sum xi)^2}$$

$$b = 0,935155 \text{ kg/cm}^2$$

- d. $a = Y' - bx'$

$$a = 0,24861 - (0,74866 * 2)$$

$$a = -1,87588 \text{ kg/cm}^2$$

- e. *Sum Square Residual (SSR)*

$$SSR = \sum (Yi - Y_{reg})^2$$

$$SSR = 7,664193989 \text{ kg/cm}^2$$

- f. Ketidakpastian Tipe A (UA2)

$$Ua2 = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}}$$

$$Ua2 = 1,598352692 \text{ Kg/cm}^2$$

- g. Ketidakpastian tipe B (UB1)

$$Ub1 = \sqrt{\frac{0,5 \times \text{Resolusi}}{\sqrt{3}}}$$

$$U_{b1} = \sqrt{\frac{0,5 \times 0,001}{\sqrt{3}}}$$

$$U_{b1} = 0,000288675 \text{ kg/cm}^2$$

- h. Ketidakpastian tipe B(U_{B2})

$$U_{b2} = -$$

U_{b2} tidak dapat dihitung karena alat tidak memiliki sertifikat kalibrasi

- i. Ketidakpastian Kombinasi (U_C)

$$U_C = \sqrt{U_{a1}^2 + U_{a2}^2 + U_{b1}^2 + U_{b2}^2}$$

$$U_C = 1,598868197 \text{ kg/cm}^2$$

- j. V_{eff}

$$V_{\text{eff}} = \frac{U_C^4}{\frac{U_{a1}^4}{v_1} + \frac{U_{a2}^4}{v_2} + \frac{U_{b1}^4}{v_3} + \frac{U_{b2}^4}{v_4}}$$

$$V_{\text{eff}} = 4,005161184 \text{ kg/cm}^2$$

- k. Dengan tingkat kepercayaan 95% dan $V_{\text{eff}} = 4,005161184$

Maka k dapat dilihat di tabel *T student*

$$k = 2,78$$

- l. U_{expand}

$$U_{\text{exp}} = k \times U_C$$

$$U_{\text{exp}} = 2,78 \times 1,598868197$$

$$U_{\text{exp}} = 4,444853586$$

Karakteristik Statik

- a. Resolusi = 0,001
- b. $Range = 0 - 4 \text{ kg/cm}^2$
- c. $Error = 0,4626146$
- d. $Error (\%) = |0,4626146| \times 100\%$
- e. $Error = 46,26146 \%$
- f. Akurasi

$$Akurasi = 1 - \left(\text{rata-rata} \frac{\text{pemb std} - \text{pemb alat}}{\text{pembacaan std}} \right)$$

$$Akurasi = 1,462614583$$

- g. Presisi

$$Presisi = 1 - \left(\text{rata-rata} \frac{\text{pemb alat} - \text{pemb std}}{\text{pembacaan alat}} \right)$$

$$Presisi = 0,783478286$$

LAMPIRAN E

DATASHEET PRESSURE TRANSMITTER TPS20

Autonics

Pressure Transmitter TPS20 SERIES

M A N U A L



Head type



DIN connector type



Connector cable type

Thank you very much for selecting Autonics products.
For your safety, please read the following before using.

■ Ordering information

TPS20	-	G	1	1	F8	(0 to 5kgf/cm ²)
①		②	③	④	⑤	⑥

①Item	Description	
TPS20	Pressure Transmitter	
②Measurement pressure	G	Gauge pressure
	A	Absolute pressure
③Connector	1	Head type
	2	DIN connector type
	3	Connector cable type
④Pressure range	Gauge pressure	
	1	0 to 0.2kgf/cm ²
	2	0 to 0.5kgf/cm ²
	3	0 to 1kgf/cm ²
	4	0 to 2kgf/cm ²
	5	0 to 7kgf/cm ²
	6	0 to 10kgf/cm ²
	7	0 to 20kgf/cm ²
	8	0 to 35kgf/cm ²
	9	0 to 70kgf/cm ²
	A	0 to 100kgf/cm ²
	C	0 to 200kgf/cm ²
	F	0 to 300kgf/cm ²
	H	0 to 350kgf/cm ²
	M	-760mmHg to 0kgf/cm ²
	O	-760mmHg to 1kgf/cm ²
	Q	-760mmHg to 7kgf/cm ²
	V	-760mmHg to 10kgf/cm ²
	X	-760mmHg to 20kgf/cm ²
	Y	-760mmHg to 35kgf/cm ²
	Z	Others
⑤Pressure port	P2	PT 1/2 (with adapter)
	P8	PT 3/8 (with adapter)
	F8	PF 3/8 (Standard)
	ZZ	Others

⑥User pressure range	User pressure range *
----------------------	-----------------------

- * 1: Write the desired pressure range and it is the default of user pressure range.
(Select "Z" at ⑥Pressure range)
* For ordering cable, order as CID3-2, CID3-5, CLD3-2, CLD3-5 (Sold separately)

■ Caution for your safety

- Please keep these instructions and review them before using this unit.
- ※ Please observe the cautions that follow.
- Warning** Serious injury may result if instructions are not followed.
- Caution** Product may be damaged, or injury may result if instructions are not followed.
- The following is an explanation of the symbols used in the operation manual.
- Caution** Injury or danger may occur under special conditions.

⚠ Warning

- In case of using this unit with machinery (Ex: nuclear power control, medical equipment, ship, vehicle, train, airplane, combustion apparatus, safety device, crime/disaster prevention equipment, etc) which may cause damages to human life or property, it is required to install fail-safe device.
It may cause a fire, human injury or damage to property.
- Do not use this unit in place where there are flammable or explosive gas, humidity, direct ray the light, radiant heat, vibration and impact etc.
It may cause a fire or explosion.
- Do not disassemble the case. Please contact us if it is required.
It may cause electric shock or a fire.

⚠ Caution

■ Specification

Series	TPS20	
Measured materials	Vapor, Liquid, Fluid (except corrosive environment of SUS316)	
Measurement range	-760 mmHg to 0 to 30 kgf/cm ² (compound pressure) 0 to 0.2 to 350 kgf/cm ² (gauge pressure) 0 to 1.0 to 35 kgf/cm ² (absolute pressure)	
Allowable over pressure	300% of max. span	
Electrical characteristics	Power	15.35 VDC
	Output	4-20 mA
	Load resistance	Min. 600 Ω
	Power consumption	0.5 W
Accuracy	Linearity	±0.3% F.S. (-10 to 50 °C) ±0.5% F.S. (50 to 70 °C)
	Hysteresis	±0.3% F.S.
Temperature characteristics	ZERO	±0.03% F.S.
	SPAN	±0.03% F.S. (at 25 °C)

Do not apply beyond rated pressure.
It may cause a damage to the product.
Please observe the rated specifications.
It may shorten the life cycle of the product and cause a fire.
Do not inflow dust or wire dregs into the unit.
It may cause a fire or a malfunction.
Wire it properly after checking polarity of terminal.
It may cause a damage to the product.
Please contact our service center if using for the corrosive detergent.
It may shorten the life cycle of the product and cause a damage to the product.
In cleaning unit, do not use water or organic solvent. And use dry cloth.
It may cause electric shock or a fire.

The above specifications are subject to change without notice.

Response time	Max. 100 ms
Pressure port	PF 3/8(standard), PT 3/8, PT 1/2
Environment	Ambient temperature -10 to 70 °C Ambient humidity 5 to 95% RH
Materials	Sealing : SUS316, O-ring : fluoro rubber, Diaphragm : SUS316, Connection : SUS316
Case structure	Drip-proof structure
Approval	CE
Unit weight	Approx. 320 g (based on head type)

* F.S.(Full Scale): It is rated pressure range.

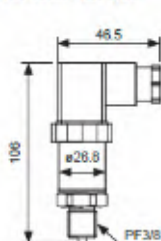
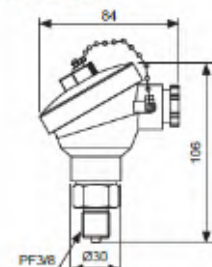
* Environment resistance is rated at no freezing or condensation.

■ Dimensions

① Head type

② DIN connector type

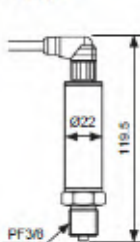
(unit: mm)



③ Connector cable type

• L type

• I type



* The standard pressure port for above is PF 3/8.

■ Troubleshooting

Error	Troubleshooting
No outputs	Do you supply the power? Do you wire (+, -) it correctly? Is the connection part poor?
Abnormally fluctuating output	Is power supplied properly? Is pressure supplied correctly? Is there error in pressure line?
Out of zero point output value	Is power supply properly? Is the load resistive value of a receiver over 600Ω? Is the measuring point and transmission distance proper? Is line resistance big? (max. 600Ω)

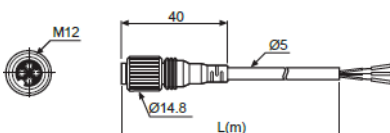
■ Caution for using

- When installing this unit on pipe line, use the hexagon part of connections not to turn this unit with a pipe wrench. Do not use this unit with strong vibrations.
- This unit is manufactured with precisely. If you drop or shock this unit, it may lose the function. Please treat this unit carefully.
- Store this unit at the place without moisture, dust, and vibration.
- This product which does not have drive part at sensing part does not need to repair it. Even though inside of pressure pipe is normally clean, it needs to take maintenance once a year as follows.
 - Check the broken status of outside.
 - Check the pressure slot, cleanliness inside, and corrosion state.
 - Short each terminal and check the insulation resistance between the case and power (at 100VDC, over 10MΩ).
 - Check zero, span adjustment and linearity by pressure standards.
- When removing a sensor for maintenance, follow the belows.
 - Replace an O-ring which is used once.
 - Be sure that diaphragm part is not damaged.

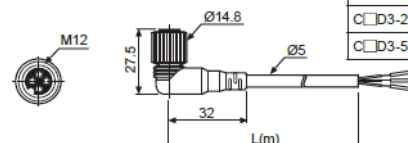
■ Cable(sold separately)

• CID3-2 / CID3-5

(unit: mm)



• CLD3-2 / CLD3-5



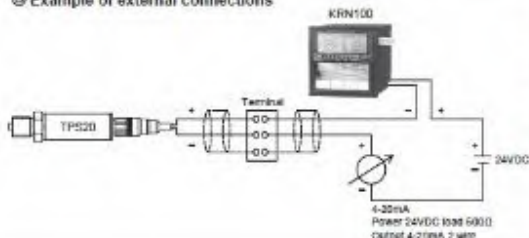
Model	L(m)	Material
CID3-2	2	PVC
CID3-5	5	

- In case of head type for connecting the power, use a crimp terminal (M3.5, min. 7.2 mm).
- The connection of this unit should be separated from the power line and high voltage line in order to prevent inductive noise.
- Install a power switch or a circuit breaker to supply or cut off the power.
- Switch or circuit breaker should be installed nearby users for convenient control.
- Do not use this unit near the high frequency instruments (high frequency welding machine & sewing machine, large capacity SCR controller).
- This unit cannot be repaired due to disassembled structure.
- This unit is fixed with bolt and nut at the both sides of case. Do not press excessive load (approx. 300kg/cm²), or it may cause damage to this unit.
- Tighten lever of electrical connection firmly for spinning not to enter water to cable.
- Installation environment.
 - Indoor / Outdoor
 - Altitude max. 2,000 m
 - Pollution Degree 2
 - Installation Category II

■ Connections

Head type		DIN connector type			Connector cable type		
	Pin		Pin	Function		Pin	Function
	+		1	+		1	+
	-		2	-		2	N.C.
			3	N.C.		3	F.G.
			4	F.G.		4	-

③ Example of external connections



■ Major product

- Photoelectric sensors
- Fiber optic sensors
- Door sensors
- Door side sensors
- Area sensors
- Proximity sensors
- Pressure sensors
- Rotary encoders
- Connectors/sockets
- Switching mode power supplies
- Control switches/Lamps/Buzzers
- I/O Terminal Blocks & Cables
- Stepper motors/drivers/motion controllers
- Graphic/Logic panels
- Field network devices
- Laser marking system(Fiber, CO₂, Nd:YAG)
- Laser welding/soldering system
- Recorders
- Indicators
- Converters
- Controllers
- Thyristor units
- Pressure transmitters
- Temperature transmitters
- Temperature controllers
- Temperature/Humidity transducers
- SSR/Power controllers
- Counters
- Timers
- Panel meters
- Tachometer/Pulse(Rate)/meters
- Display units
- Sensor controllers

Autonics Corporation

<http://www.autonics.com>

Satisfiable Partner For Factory Automation

■ HEAD-QUARTERS:
115, Unpungsan-dl, Yangsan-Sl, Gyeongsangnam-do,
Korea
■ OVERSEAS SALES:
KID-100, Bucheon Techno Park, 430, Pyeongchon-ro,
Gyeonggi-do, Korea
TEL: 82-32-470-2730 / FAX: 82-32-4246728
E-MAIL: sales@autonics.com

The proposal of a product improvement and
development. product@autonics.com

AEP-E-0007

LAMPIRAN F

DATASHEET *PRESSURE TRANSDUCER*

ADZ – SML 10.0

- Measuring ranges -1...0 bar; 0...1 bar and to 0...1000 bar
- All standard signals for industry, hydraulics and pneumatics
- Media temperature range of media -40°C to 125°C
- No internal transmission media (fully welded, "dry" measuring cell)
- Protection class up to IP67 (special version up to IP69K)
- Compact and robust model in stainless steel
- High flexibility for options thanks to modular design
- High reliability
- Approval
 - German Lloyd (GL) for marine application
 - CE Declaration of conformity 2014/30/EU
 - CE Declaration of conformity 2014/68/EU
 - Railway application DIN EN 50155

Applications

- General industrial applications
- Hydraulics
- Pneumatics
- Engineering
- Industrial Equipment and Automation technology

Description

Thanks to its stainless steel membrane and to its semiconductor thin-film technology, the transducer has excellent properties that suggest its advantageous use in most industrial applications. Its robust design guarantees high reliability even in very harsh conditions. Its modular design allows cost-effective production, also in small batches, and offers a wide range of signal, thread and connecting options that can be supplied with a short lead time.



Specifications

PRESSURE RANGE

Measuring range*	p [bar]	1,0	1,6	2,0	2,5	4,0	6,0	10,0	16,0
Overload pressure	p [bar]	6	6	6	6	10	20	20	40
Burst pressure	p [bar]	9	9	9	9	15	30	30	60
Measuring range*	p [bar]	20	25	40	60	100	160	200	
Overload pressure	p [bar]	40	100	100	200	200	400	400	
Burst pressure	p [bar]	60	150	150	300	300	600	600	
Measuring range*	p [bar]	250	400	600	1000				
Overload pressure	p [bar]	750	750	840	1200	(other pressure range as -1...0 bar, -1...9/24 bar			
Burst pressure	p [bar]	1000	1000	1050	1500	etc. or absolute pressure are available)			

ELECTRICAL PARAMETER

		2-wire	3-wire	3-wire	3-wire	3-wire
Output signal*		4...20 mA	0...20 mA	0...10 V	0...5 V	0,5...4,5 V ratiometric
Supply voltage	U _s [V _{DC}]	10...32**	9...30	12...32	8...32	5 ± 10%
Load resistor	R _L in Ohm	R _L = (U _s - 10V)/0,02A	max. 200Ω**	≥4,7kΩ	≥4,7kΩ	≥4,7kΩ
Response time	t [ms]	≤ 2	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Maximum supply current	I [mA]	23	40	10	10	7,5

** > AppNote (see www.adz.de)

Isolation voltage*	U [V _{DC}]	50	option 500/710
--------------------	----------------------	----	----------------

ACCURACY

Accuracy @ RT	% of the range ≤ 0,50***	option ≤ 0,25	*** incl. nonlinearity, hysteresis, repeatability, zero-offset-
Non-linearity	BFSL ≤ 0,15		and final-offset (acc. to IEC 61298-2)
Stability/year	% of the range ≤ 0,15		

ACCEPTABLE TEMPERATURE RANGES

Measuring medium	T [°C]	-40...125	
Ambience	T [°C]	-40...105	
Storage	T [°C]	-40...125	
Compensated range****	T [°C]	-20...85	**** The mean TC are relevant for the compensated range only,
Temperature coefficient within the compensated range			outside the compensated range the total error statements apply.
Mean TC offset	% of the range ≤ 0,15 / 10K		
Mean TC range	% of the range ≤ 0,15 / 10K		
Total error	% of the range -40°C	2,00%	
	% of the range 105°C	2,00%	

MECHANICAL PARAMETER

Parts in contact with the measuring medium		stainless steel
Housing		stainless steel
Weight	m [g]	80-120 depending on design
Shock resistance/drop	g	1000 acc. to DIN EN 60068-2-32 – free fall
Vibration resistance	g	20 acc. to DIN EN 60068-2-6 – vibration sinusoidal
Shock resistance/constant	g	50 acc. to DIN EN 60068-2-27 – shock
Approvals	CE Declarations of conformity 2014/30/EU, 2014/68/EU German Lloyd, Railway application DIN EN 50155	
IP system of protection (IEC 605029) up to IP69K	The IP system of protection as specified in the data sheets generally applies, with appropriate mating plug connected.	

Pressure transducer for
industrial application

S M L

Configurations –examples–

SML (MVS/C Conn.)



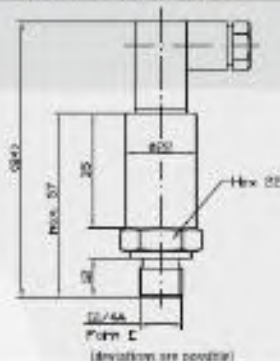
MVS/A



MVS/C

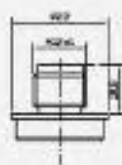


M12x1
(S763)



Electrical connections* –examples–

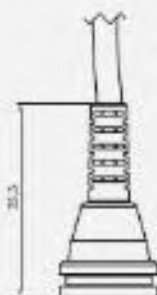
male socket
M12x1 (S763)
(IP67)



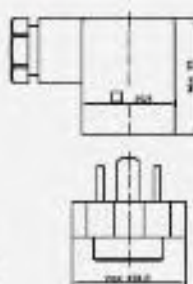
cable output
(IP67/IP69K)



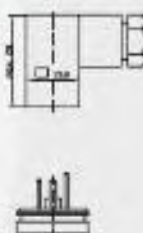
cable output
(IP67) with
bend protection



MVS/A
DIN EN 175301-803
(IP65)

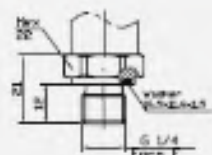


MVS/C
DIN EN 175301-803
(IP65)

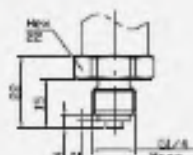


Pressure Connections* –examples–

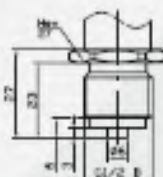
G 1/4 A; Form E



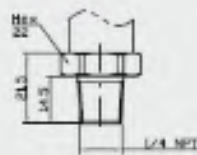
G 1/4 B



G 1/2 B



1/4 NPT



* customer specific configurations available

Electrical Configuration*

Plug M12x1	Cable port	DIN EN 175301-803-A	DIN EN 175301-803-C
2-wire 1: UB+ 2: nc 3: out 4: nc	2-wire red: UB+ black: out white: nc	2-wire 1: UB+ 2: out 3: nc ⊕: nc	2-wire 1: UB+ 2: out 3: nc ⊕: nc
3-wire 1: UB+ 2: nc 3: UB- 4: out	3-wire red: UB+ black: UB- white: out	3-wire 1: UB+ 2: UB- 3: out ⊕: nc	3-wire 1: UB+ 2: UB- 3: out ⊕: nc

nc –
not connected

The electrical connection must be made in accordance with the respective connection diagram unless otherwise agreed upon.

* custom-made adjustments are possible

Product line

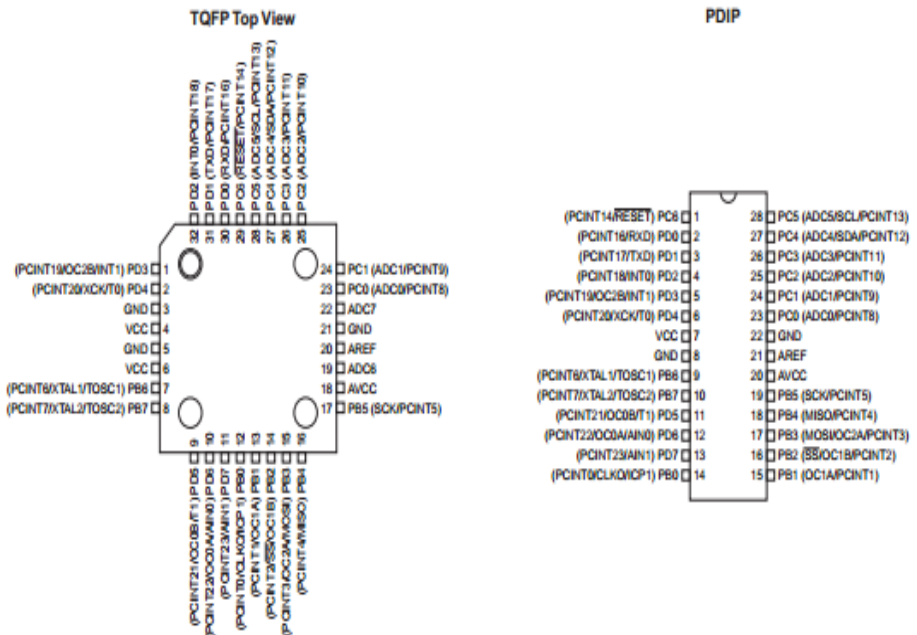
DS6	Electronic Pressure Switch	SME	Pressure Transmitter in Miniature Design
DPSX9I	Intrinsically Safe Electronic Pressure Switch for Current	SMF	Pressure Transmitter with Flush Diaphragm
DPSX9U	Intrinsically Safe Electronic Pressure Switch for Voltage	SMH	High Pressure Transmitter
PS1	Level Sensor	SML	Pressure Transmitter for Industrial Application
PSX2	Intrinsically Safe Level Sensor	SMS	Pressure Transmitter in Mobile Hydraulics
SHP	High Precision Pressure Transmitter	SMS	OEM Pressure Transmitter for Hydraulics and Pneumatics
SIS	Low Pressure Transmitter in Short and Compact Design	SMX	Intrinsically Safe Pressure Transmitter for Industrial Application
SIL	Low Pressure Transmitter for Industrial Application	SMX2	Intrinsically Safe Pressure Transmitter for Industrial Application
SKE	High Temperature Pressure Transmitter with Detached Electronics	TPSE	Multi-Function Transmitter for Pressure and Temperature – external sensor
SKL	High Temperature Pressure Transmitter with Cooling Fins	TPSI	Multi-Function Transmitter for Pressure and Temperature – internal sensor
SMC	Pressure Transmitter with CANopen Interface and J1939		

Arduino Uno



1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega48PA/88PA/168PA/328P



1.1 Pin Descriptions

1.1.1 VCC

Digital supply voltage.

1.1.2 GND

Ground.

1.1.3 Port B (PB7:0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Depending on the clock selection fuse settings, PB6 can be used as input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

Depending on the clock selection fuse settings, PB7 can be used as output from the inverting Oscillator amplifier.

If the Internal Calibrated RC Oscillator is used as chip clock source, PB7..6 is used as TOSC2..1 input for the Asynchronous Timer/Counter2 if the AS2 bit in ASSR is set.

The various special features of Port B are elaborated in ["Alternate Functions of Port B" on page](#)

1.1.4 Port C (PC5:0)

Port C is a 7-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The PC5..0 output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

1.1.5 PC6/RESET

If the RSTDISBL Fuse is programmed, PC6 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PC6 differ from those of the other pins of Port C.

If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PC6 is used as a Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in [Table 28-3 on page 308](#). Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset.

The various special features of Port C are elaborated in ["Alternate Functions of Port C" on page 79](#).

1.1.6 Port D (PD7:0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

1.1.7 AV_{CC}

AV_{CC} is the supply voltage pin for the A/D Converter, PC3:0, and ADC7:6. It should be externally connected to V_{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter. Note that PC6..4 use digital supply voltage, V_{CC} .

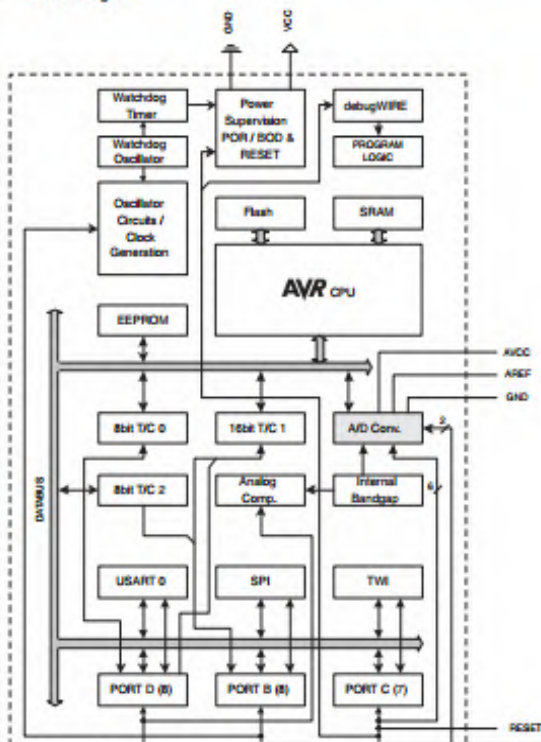
1.1.8 AREF

AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.

1.1.9 ADC7:6 (TQFP and QFN/MLF Package Only)

In the TQFP and QFN/MLF package, ADC7:6 serve as analog inputs to the A/D converter. These pins are powered from the analog supply and serve as 10-bit ADC channels.

Figure 2-1. Block Diagram



Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz ceramic resonator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega16U2 (Atmega8U2 up to version R2) programmed as a USB-to-serial converter.

[Revision 2](#) of the Uno board has a resistor pulling the 8U2 HWB line to ground, making it easier to put into [DFU mode](#).

[Revision 3](#) of the board has the following new features:

- 1.0 pinout: added SDA and SCL pins that are near to the AREF pin and two other new pins placed near to the RESET pin, the IOREF that allow the shields to adapt to the voltage provided from the board. In future, shields will be compatible both with the board that use the AVR, which operate with 5V and with the Arduino Due that operate with 3.3V. The second one is a not connected pin, that is reserved for future purposes.
- Stronger RESET circuit.
- Atmega 16U2 replace the 8U2.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

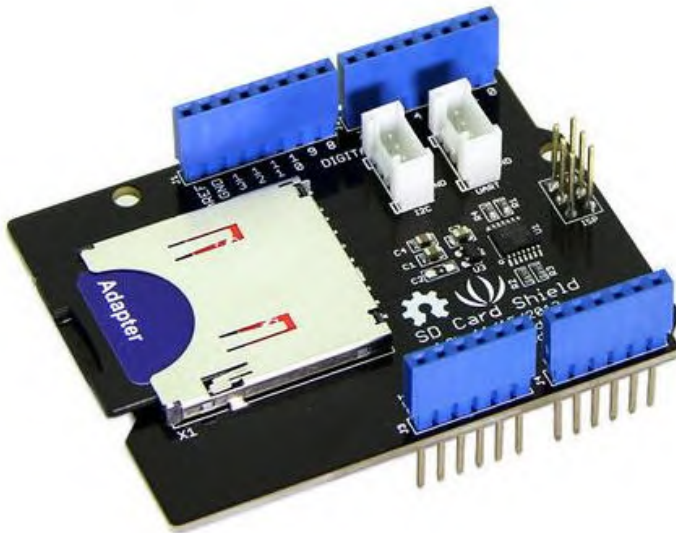
Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V

Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

LAMPIRAN H

DATASHEET SD CARD MODULE ARDUINO



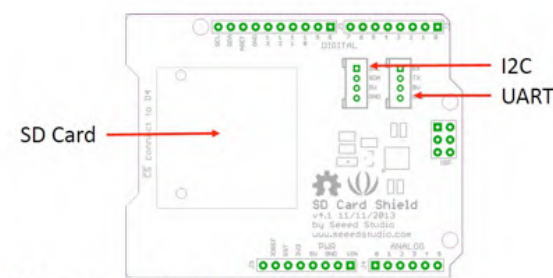
Features

- Stand SD card, SDHC card and TF card compatible
- UART Grove & I2C connection compatible
- Fully supported SD Library
- Minimal number of SPI port
- Truly stackable

Specification

Item	Min	Typical	Max	Unit
Voltage	3.5	5.0	5.5	V
Current	0.159	100	200	mA
Supported Card Type	SD card(<=32G); Micro SD card(<=32G); SDHC card(<=32G)			/
Dimension	68.7x53.5x19.00			mm
Net Weight	14.8			g

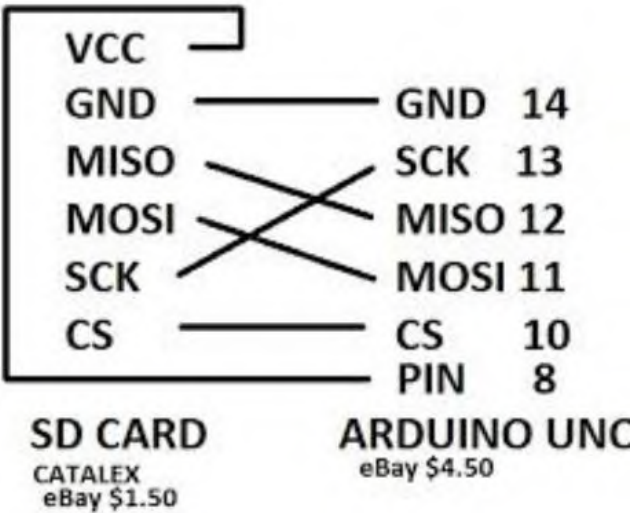
Interface Function



Pins usage on Arduino (with SD card)

- D4: SD_CS;
- D11: SD_DI;
- D12: SD_DO;
- D13: SD_CLK.

Note: The SD card format can be FAT16 or FAT32.The size of SD card and the SDHC card more than 16GB is not supported.



LAMPIRAN I

LISTING PROGRAM PADA ARDUINO

Berikut ini adalah *listing program* pada Arduino Atmega328:

```
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include<LiquidCrystal.h>

//initialize the library with the number of the interface pins
LiquidCrystal lcd (12, 11, 5, 4, 3, 2);

float sensor1 = A0;
float sensor2 = A1;
float v1, v2;
const int chipSelect = 4;

void setup()
{
  // Open serial communications and wait for port to open:
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16,2);
  //initialize the serial communications:
  Serial.begin(9600);
  //initialize input sensor pressure transmitter:
  pinMode(INPUT,A0);
  pinMode(INPUT,A1);
  while (!Serial) {
    ; // wait for serial port to connect. Needed for Leonardo only
  }

  Serial.print("Initializing SD card...");

  // see if the card is present and can be initialized:
  if (!SD.begin(chipSelect)) {
```

```

    Serial.println("Card failed, or not present");
    // don't do anything more:
    return;
}
Serial.println("card initialized.");
}
void loop() {
    sensor1 = analogRead(A0);
    float P1 = (((float) sensor1/1023.0)*55.373913); // Saluran
Tekan 4-20 mA

```

```

    sensor2 = analogRead(A1);
    float P2 = (((float) sensor2/1023.0)*33.4040816); // Saluran
Hisap 4-20 mA

```

//FORMULA VOLT PADA V1 & V2

```

v1 = (sensor1/1023)*5;
v2 = (sensor2/1023)*5;

```

File dataFile = SD.open("test.txt", FILE_WRITE); // test.txt => nama data yang di SDcard-nya

// if the file is available, write to it:

```

if (dataFile) {
    dataFile.print("!");
    dataFile.print("/");
    dataFile.print(sensor1);
    dataFile.print("/");
    dataFile.print(sensor2);
    dataFile.print("/");
    dataFile.print(v1);
    dataFile.print("/");
    dataFile.print(v2);
    dataFile.print("/");
    dataFile.print(P1);
    dataFile.print("/");
}

```

```
dataFile.print(P2);
dataFile.print("/");
dataFile.println("/");
dataFile.close();
// print to the serial port too:
Serial.print("!");
Serial.print("/");
Serial.print(sensor1);
Serial.print("/");
Serial.print(sensor2);
Serial.print("/");
Serial.print(v1);
Serial.print("/");
Serial.print(v2);
Serial.print("/");
Serial.print(P1);
Serial.print("/");
Serial.print(P2);
Serial.print("/");
Serial.println("/");
}
// if the file isn't open, pop up an error:
else {
  Serial.println("error opening datalog.txt");
}
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("TEKAN= ");
lcd.setCursor(7,0);
lcd.print(P1);
lcd.setCursor(13,0);
lcd.print("bar");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("HISAP= ");
lcd.setCursor(7,1);
lcd.print(P2);
lcd.setCursor(13,1);
```

```
lcd.print("bar");  
lcd.print(P2);  
delay(10000);  
}
```

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rancang bangun *pressure monitoring system* pada *mini plant air conditioner* (AC) berbasis Arduino Uno Atmega 328 dan analisa data yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

- a. Sistem *monitoring pressure* dilakukan dengan cara melakukan *monitoring* pada saluran tekan dan saluran hisap kompresor. Integrasi antara *hardware* seperti modul SD Card, Arduino uno atmega 328 dan *software* Arduino dilakukan untuk sistem *Data logger* (penyimpanan data) dengan *memory micro* SD sebagai *recorder*. Hasil pengujian tekanan pada *mini plant air conditioner* yaitu pada saat sistem AC tidak bekerja, nilai tekanan di kedua saluran (saluran tekan dan saluran hisap) adalah besar sekitar 24 Bar dan 16 Bar. Pada saat sistem AC mulai bekerja hingga kompresor sudah berjalan maksimal 100%, tekanan pada kedua saluran tersebut akan mengalami penurunan hingga rata-rata nilai tekanan pada saluran tekan sebesar 11,53 Bar dan 7,24 Bar pada saluran hisap.
- b. Berdasarkan uji alat ukur sensor TPS20 G2Z8F8-00 didapatkan karakteristik statik TPS20 G2Z8F8-00 yaitu resolusi sebesar 0,001, *error* yaitu 5,608333 kg/cm², nilai akurasi pembacaan sensor sebesar 0,943916667 dan presisi sebesar 0,881053831. Spesifikasi standart deviasi sebesar 0,220918649 kg/cm², ketidakpastian type A1 adalah sebesar 0,098797823 kg/cm², ketidakpastian diperluas atau *Uexpand* sebesar 2,61365242 kg/cm². Dan karakteristik statik sensor ADZ – SML 10.0 yaitu resolusi sebesar 0,001, *error* yaitu 0,462626146 kg/cm², nilai akurasi dari pembacaan sensor sebesar 1,462614583 dan presisi 0,783478286. Spesifikasi standart deviasi sebesar 0,09077712 kg/cm². ketidakpastian type A1 adalah sebesar 0,040596762 kg/cm², ketidakpastian diperluas atau *Uexpand* sebesar 4,444853586 kg/cm².

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yakni sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya ditambah dengan sistem kontrol untuk variabel-variabel lain pada sistem *air conditioner* yang diharapkan. Sebagai contoh yaitu *monitoring* kelembaban.
2. Pembuatan mekanik untuk pembacaan tekanan dapat diperbaiki dengan dipermanen, misalnya yaitu di las.
3. Perlu ditambahkan alat ukur tekanan seperti *manifold* dan *pressure gauge* sebagai indikator pembacaan ntekanan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Anonim. 1986. *Dasar – dasar Air Conditioner*. Jakarta : PT. Toyota Astra Motor.
- [2]Anonim. 2013. Sensor Tekanan, *Pressure Transmitter* [Online] tersedia:http://br.autonics.com/upload/data/TPS20_111024.pdf.
- [3]Anonim. 2013. Sensor Tekanan, *Pressure Tranducer* [Online] tersedia:http://www.ets-mesureur.fr/skin/fronted/default/mesureur/docs/adznagano_modele_sml_s.pdf
- [4]Arduino.cc. ArduinoBoardUno. <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>. (diakses pada 11 Mei 2016).
- [5]Arduino. 2013. *Starduino Board LCD 16×2 Contoh Program*.<http://starduino.wordpress.com/tag/program-lcd>.
- [6]Ibrahim, Dogan. 2008 “*Microcontroller And SD-Card Based Multhichannel Data Logger*.” : www.electronics.co.uk (diakses 22 Juli 2016).
- [7]Juni Handoko. 2008. *Merawat dan Memperbaiki AC Mobil*. Jakarta : PT Kawan Pustaka.
- [8]Plant. Malcolm dan Jan Stuart. 1985. *Pengantar Ilmu Teknik Instrumentasi*. PT Gramedia. Jakarta.

BIODATA PENULIS



Nama : Ardyavista Yudha

TTL : Bondowoso, 11 Maret 1995

Alamat : Desa Menunggal, RT 018 RW 004
Kedamean - Gresik

Email : ardyavista@gmail.com

No.HP : 081554090253

Riwayat Pendidikan :

- D3 Metrologi dan Instrumentasi ITS
- SMAN 1 Kedamean
- SMPN 1 Kedamean
- SDN 2 Menunggal